

# LA MASTITIS BOVINA.

W. Wolter, Castañeda V.H.\*, Kloppert B.,  
y Zschoeck M.

Instituto Estatal de Investigaciones de Hesse.  
\*Universidad de Guadalajara.

I.E.I. Hesse, Marburgerstrasse 54  
D-35396 Giessen  
Germany.  
Tel.: 0049-641-3006-0.  
Fax : 0049-641-3006-18.  
E-mail : [poststelle@suah.hessen.de](mailto:poststelle@suah.hessen.de)

\*Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Depto. de Salud Publica. Km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales. Zapopan, Jalisco, México.  
Tel. y Fax: +52-3336-82-05-74.  
E-mail: [hcastane@cucba.udg.mx](mailto:hcastane@cucba.udg.mx)

## **Índice.**

<b>1.-Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2.- Agentes infecciosos que causan enfermedades y que son trasmitidos a través de la leche.....</b>	<b>8</b>
<b>3.-Anatomía de la glándula mamaria, fisiología de la lactación y reflejo de eyección de la leche.....</b>	<b>15</b>
<b>4.- Mecanismos de defensa y protección de la ubre bovina patogénesis de la Mastitis.....</b>	<b>17</b>
<b>5.- El contenido de células somáticas en la leche.....</b>	<b>20</b>
<b>6.- Clasificación de los agentes causales de Mastitis.....</b>	<b>27</b>
<b>7.-La toma antiséptica de muestras de leche.....</b>	<b>32</b>
<b>8.- Métodos de Aislamiento e identificación de agentes patógenos de la mastitis.....</b>	<b>34</b>
<b>9. Estrategia de Saneamiento de hatos lecheros infectados con <i>Sc. agalactiae</i>.....</b>	<b>39</b>
<b>10.- <i>Staphylococcus aureus</i> (<i>S. aureus</i>) procesos de saneamiento y epidemiología.....</b>	<b>44</b>

<b>11.- Medidas para asegurar la buena salud de las vacas y para mejorar la situación de salud de las ubres.....</b>	<b>47</b>
<b>12.- Factores de alimentación, manejo y medio ambiente que favorecen la presentación de mastitis.....</b>	<b>57</b>
<b>13.- Terapia de la Mastitis.....</b>	<b>60</b>
<b>14.- Residuos y contaminaciones.....</b>	<b>64</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>67</b>

## 1.-Introducción.

La Mastitis bovina es un complejo singular de enfermedades, que causa una gran cantidad de perdidas a nivel mundial y en especial en las regiones con una producción lechera intensiva. La causa más común para un sacrificio temprano de las vacas lecheras son los problemas de salud de la glándula mamaria, además de problemas de Fertilidad. El 26.5% de las vacas lecheras sacrificadas en el continente americano es debido a trastornos ocasionados por la mastitis. En el caso de Hesse en Alemania los problemas de mastitis son la segunda causa más común de eliminación (19.4%) de las vacas lecheras. (Wolter 1996).

**Tabla 1: Producción de leche en los EU, Alemania y Hesse (1999).**

	<b>EU</b>	<b>Alemania</b>	<b>Hesse</b>
Vacas lecheras	<b>21.7</b> millones	<b>5.0</b> millones	<b>176,000</b>
Producción de leche	<b>113.3</b> millones de Toneladas	<b>27.2</b> millones de Toneladas	<b>1.0</b> millones de Toneladas
Rendimiento por vaca	<b>5,500</b> kg.	<b>5,650</b> kg	<b>5,880</b> kg
Numero de establos		<b>172,200</b>	<b>7,900</b>
Numero de vacas / establo		<b>29</b>	<b>22.3</b>

**Tabla 2. Distribución de Razas y rendimiento lechero en las vacas de Hesse en 1999.**

	<b>H.F.negra</b>	<b>H.F. roja</b>	<b>Holstein</b>	<b>Suiza</b>	<b>Jersey</b>	<b>Cruzas</b>
<b>Proporción</b>	<b>56.3%</b>	<b>31.2%</b>	<b>8.9%</b>	<b>1.0%</b>	<b>0.3%</b>	<b>2.3%</b>
<b>Rendimiento/kg</b>	<b>6819</b>	<b>6187</b>	<b>5740</b>	<b>5472</b>	<b>4579</b>	<b>5658</b>

La leche tiene una proporción del 26% (7.6 billones de Euros) de los ingresos totales de ventas en la agricultura alemana. Los daños ocasionados por la mastitis se han calculado en 150-200 Euros (1270-1690 pesos) por vaca al año. Esto significa para los agricultores alemanes una perdida anual de 740 a 1,000 millones de Euros (6,260 a 8,460 millones de pesos), únicamente causados por el complejo de la enfermedad mastitis.

Las pérdidas causadas por mastitis se clasifican como sigue:

1. - En los casos de mastitis clínica.

Perdida por baja producción del animal enfermo.

Perdida de producción por la duración de la eliminación del medicamento.

Frecuentemente hay un perjuicio duradero en el rendimiento de la vaca.

Costos de medicamentos y del Médico veterinario.

Aumento en los costos de la mano de obra.

2. - En los casos de mastitis subclínica.

Una considerable reducción en la producción diaria de leche.

Cambios importantes en la composición de la leche (Cuajado del queso).

Se perjudica el valor higiénico de la leche.

Los daños causados a través de la mastitis subclínica son mucho mayores, ya que esa forma de mastitis es unas 20 a 50 veces más frecuente que la mastitis clínica.

Además de los altos costos financieros para el ganadero la mastitis tiene una gran importancia en el valor higiénico de la leche y de sus subproductos.

Debido a lo siguiente:

1. - Algunos agentes causales de Mastitis son patógenos en humanos.

2. - Puede haber residuos de antibióticos o químicos en la leche por el tratamiento de la ubre.

3. - El consumidor exige que la leche provenga de animales sanos.

Para la industria de lácteos son muy significativas las transformaciones causadas a la leche por la mastitis. El tiempo de cuajado aumenta en el caso de producción de queso y la cantidad de queso disminuye considerablemente.

**Tabla 3: Cambios en la composición de la leche ocasionados por la mastitis.**

Parámetro	Cambio	Causa
Lactosa	Disminución	Disminuye la síntesis.
Grasa	Disminución	
Caseína	Disminución	
Proteínas del suero	Aumento	Pasan de la sangre.
Cloruro	Aumento	
Sodio	Aumento	
pH	Aumento	Paso de las sustancias

		alcalinas de la sangre.
--	--	-------------------------

## **Higiene de la Leche: Leyes en la Unión Europea y en la Republica Federal de Alemania.**

Para los productores de leche, la industria transformadora de la leche y el comercio interno con productos lácteos, en Alemania son decisivos dos decretos:

El decreto de la leche del 24 de Abril de 1995 basado en las directivas de la Unión Europea, 85/379 EWG y la 92/46 EWG.

Esos decretos sirven para la protección al consumidor. Regulan el comercio, los beneficios y el tráfico de leche cruda y establecen los valores límites de la composición y la calidad higiénica de la leche de consumo.

En forma resumida se presentan algunos extractos importantes de esos decretos.

### **Anexo 1 de la ley.**

Exigencias en el hato ganadero.

**1.-** - Los siguientes requisitos deben ser cumplidos en vacas, búfalos, ovejas, cabras y yeguas de las cuales se obtenga leche como alimento.

- 1.1** No deben de tener signos de alguna enfermedad contagiosa que se pueda transmitir al hombre.
- 1.2** No deben tener algún síntoma reconocible o trastorno en su estado general de salud, así como tampoco deben observarse flujos en los órganos sexuales, diarreas o enfermedades en aparato digestivo o alguna inflamación reconocible en la ubre o en la piel de la ubre.
- 1.3** Deben ser separados los animales que padezcan una enfermedad infecciosa que sea transmitida por la leche a los humanos, o a los animales sospechosos, que muestren síntomas de trastornos generales de la salud, o los que padezcan de enfermedades de los órganos sexuales con flujos, con trastornos diarreicos gastrointestinales y fiebre, o que tengan alguna inflamación de la ubre o de la piel de la ubre.
- 1.4** No deben de tener alguna herida en la ubre que pueda contaminar la leche.

**2.-** Las vacas y búfalos de los que se obtenga leche deben de cumplir con las siguientes exigencias:

**2.1** Deben pertenecer a hatos con certificado oficial, de estar libres de Brucelosis y tuberculosis.

2.2 Cada vaca debe de dar cuando menos dos litros cada día.

### **Anexo 3 de la ley.**

Exigencias en el ordeño, en el manejo de la leche , en los trabajos de establo o en la planta de procesamiento y de los trabajadores.

1. - Las personas que padezcan una enfermedad que sea trasmisible a través de la leche no deben manejarla.

2. - La ubre de animales, los que sean ordeñados para obtener leche para alimento, debe tener la ubre limpia al principio del ordeño.

3. - Los ordeñadores deben:

3.1 Durante la ordeña vestir ropa limpia (Overol) lavable.

3.2 Lavarse las manos y antebrazos con agua y jabón , repetir el lavado según las necesidades.

3.3 Los primeros chorros de leche en cada pezón y en cada animal, deben ser desechados, para poder confirmar que haya una salida libre de la leche y revisar la apariencia de la leche.

4. - Los animales que no tienen una salida libre de la leche y aquellos los que según el anexo 1 No. 1.3 hayan sido separados del hato, deben permanecer aislados y ser ordeñados al final.

5. - Cuando la leche no haya sido entregada dos horas después de la ordeña, en caso de una entrega diaria, debe ser enfriada a una temperatura de cuando menos 8° C y en el caso de que la entrega no sea diaria se enfriara a cuando menos 6° C .

6.- Dependiendo del uso los utensilios, objetos y equipo deben ser lavados, desinfectados y enjuagados con agua potable.

7. - A todos los trabajadores del establo se les debe de advertir que la leche no debe estar expuesta ni directa ni indirectamente al polvo, la suciedad humos o a agentes infecciosos.

### **Anexo 4 de la ley.**

1. - La leche cruda de vaca usada para consumo humano debe de cumplir con ciertos requisitos:

**Tabla 4.**

Numero de organismos por ml a 30°C	< 100,000 (1)
------------------------------------	---------------

Contenido de células somáticas por ml	< 400,000 (2)
---------------------------------------	---------------

(1) Media geométrica durante dos meses aplicada con cuando menos dos muestras cada mes.

(2) Media geométrica durante tres meses aplicada mensualmente con cuando menos una muestra.

El decreto de la leche del 14 de Abril de 1995 contiene también reglamentos obligatorios sobre higiene y exigencias de calidad durante la obtención, tratamiento y traslado de la leche, establece un valor máximo de 400,000 células /ml en media geométrica de tres meses; para la “protección del consumidor”.

Si el ganadero sobrepasa durante mucho tiempo esos valores máximos de 400,000 células /ml, es vetado por los compradores de leche hasta que cumpla con el contenido establecido de células. El valor máximo de 400,000 células /ml también es valido en los demás países de la Unión Europea.

## **2. - El Decreto sobre la calidad de la leche de 9 de Julio de 1980.**

La valoración de la calidad de la leche y su pago esta regulado legalmente a través del decreto de calidad de la leche del 9 de Julio de 1980.

La leche para consumo debe ser muestreada cuando menos 2 veces por mes para poder certificar los siguientes parámetros de calidad.

% de Grasa.

% de Proteína.

Contenido de células somáticas.

Numero de microorganismos.

Presencia de inhibidores.

Punto de congelación (Crioscopia).

El precio de venta de la leche aumenta conforme el contenido de grasa y de proteínas. Se restaran 2 centavos por kilogramo de leche durante un mes en caso de que sobrepasen las 400,000 células. Si hay una detección positiva de inhibidores se hará una deducción (rebaja) de 10 centavos/kg de leche durante un mes.

Debido a estos criterios diferenciales de pago, en relación con las sustancias contenidas y el valor higiénico de la leche, los productores se han esforzado notablemente para conservar los criterios establecidos y asegurarse un precio de venta lo mas elevado posible.

## **2.-Agentes infecciosos que causan enfermedades y que son transmitidos a través de la leche.**



La leche puede servir como un excelente medio de conservación y crecimiento para una gran variedad de microorganismos los cuales pertenecen una gran cantidad de especies de bacterias. Su reproducción depende principalmente de la temperatura y del número de microorganismos presentes así como de sus productos del metabolismo. Sin embargo una gran cantidad de bacterias patógenas importantes, tales como *Mycobacterium tuberculosis* y *Brucella* no se pueden reproducir en leche. Lo mismo es válido para algunas especies virales. Debido a los riesgos que representa para la salud, es importante conocer la carga inicial microbiana de la leche, sobre todo para los patógenos antes mencionados. Las temperaturas menores de 10 a 20° C inhiben a la mayoría de los microorganismos patógenos, por lo que la leche cruda debe ser enfriada a temperaturas menores de 10° C.

En el caso de la producción de leche bajo malas condiciones higiénicas y sin enfriamiento, la contaminación microbiana causa generalmente la formación de ácido láctico, lo que conduce a una rápida acidificación de la leche. El ac. láctico y algunos subproductos del metabolismo de esos microbios tienen un efecto inhibitorio de las bacterias patógenas.

Los microbios de la leche pueden proceder de:

- La vaca lechera.
- La persona que ordeña o maneja a la vaca.
- El medio ambiente.

Los microorganismos pueden caer directamente de la ubre o proceder de la piel o de las mucosas del animal así como también de los ordeñadores. Una fuente externa muy importante en un establo lechero puede llegar a ser el agua contaminada. También puede jugar un papel muy importante para la transmisión de los microorganismos patógenos, los insectos, los roedores, la suciedad y el lodo.

Tabla 5. **Enfermedades transmisibles al hombre a través de la leche.**  
(Böhm, Heeschen 1995).

	Fuentes de Infección		
	Humano	La vaca	El medio ambiente
<b>Bacterias</b>			
Ántrax		X	X
Toxina del Botulismo			X
Brucelosis		X	
Cólera	X		
<i>E. coli</i> patógena	X	X	
Infección por <i>Clostridium perfringens</i>			X
Difteria	X		
Enteritis (no específica)*	X	X	
Leptospirosis*		X	
Listeriosis		X	
Paratifo	X	X	
Salmonelosis (no incluye tifoidea y paratifoidea).	X	X	
Shigelosis	X		
Gastroenteritis por enterotoxina de <i>Staphylococcus</i>	X	X	
Infección por <i>Streptococcus</i>	X	X	
Tuberculosis	X	X	
Tifoidea	X		
<b>Virus</b>			
Adenovirus*	X		
Virus de la fiebre aftosa		X	
Virus de hepatitis infecciosa*	X		
Virus de la encefalitis (garrapatas).		X	
<b>Rickettsias</b>			
Fiebre Q		X	
<b>Protozoos</b>			
Amibas	X		
Toxoplasmas	X		X

\* La transmisión no siempre es detectable en la leche, si bien existen evidencias epidemiológicas.

Para protección de la salud humana la leche antes de ser consumida debe someterse a un proceso de calor, que corresponda cuando menos a la

pasteurización. Cuando esto por razones practicas no sea posible con la leche cruda, deberá pegarse al envase un anuncio que contenga indicaciones para hervir la leche antes de su consumo, o darle al publico un volante con la información.

Enseguida se describe una selección de agentes patógenos causantes de enfermedades por el consumo de leche.

### **Tuberculosis.**

El genero *Mycobacterium* contiene un grupo de bacterias en forma de bacilos, los cuales tienen como característica especial ser ácido resistentes. Esta característica se observa en la tinción, ya que en la cápsula y la pared celular hay sustancias que dificultan la entrada de los colorantes en la célula. La tinción diferencial más importante es la de Ziehl-Nielsen. Él genero tiene su nombre debido a su similitud con crecimientos muy similares a los hongos (Myco), los cuales se ven muy raramente y únicamente en cultivos muy viejos. *Mb tuberculosis* es el agente patógeno descubierto por Roberto **Koch**, que causa la tuberculosis humana. El tipo bovino de la tuberculosis se presenta además del bovino, en el hombre, perros, cerdos, caprinos y caballos.

Antes de la erradicación de la tuberculosis bovina casi un 40% de todas las vacas padecían procesos tuberculosos en Alemania. En una región infestada fuertemente con tuberculosis bovina, en un tercio de personas enfermas de tuberculosis, se pudo aislar *Mb. bovis*. El contagio se realizo mediante animales o personas infectados que mediante secreciones (tos, estornudo, etc.) liberaban *Mycobacterium* en el medio ambiente.

Mediante la prueba de la tuberculina pudieron detectarse animales infectados y mediante la eliminación de los casos positivos pudo ser erradicada prácticamente la Tuberculosis de Alemania. Debido a medidas legales que exigen la pasteurización de la leche se pueden eliminar a los agentes patógenos de la tuberculosis (Böhm y Heeschen 1995).

### **Brucelosis.**

Las diferentes especies del genero *Brucella* son los agentes causales de una enfermedad infecciosa en animales y humanos, que se transmiten mutuamente y que pertenece a las zoonosis clásicas.

Las brucelosis actualmente se encuentran distribuidas ampliamente en muchos países del mundo, además de la infección en bovinos, se presentan en ovinos, caprinos, cerdos, equinos, perros, gatos y animales salvajes.

Las bacterias se diseminan al medio mediante las excreciones ( mucosidades, leche).

En el caso de bovinos se ha observado que predominan las infecciones por *Brucella abortus*, en el cerdo por *Brucella suis* y en ovinos y caprinos predomina *B. melitensis*, pero básicamente se ha observado que todos los patógenos pueden presentarse en otras especies animales.

La brucelosis en humanos se presenta, dependiendo de la epizootia animal, en forma endémica. Las vías de infección en el humano son el tracto gastrointestinal (p. ej. al tomar leche infectada), las mucosas (infección por gotas), así como la piel (contacto con tejido de animales infectados). Las condiciones más favorables de reproducción de las bacterias se encuentran en el útero gestante. Después del aborto se presentan las bacterias en la glándula mamaria y en los nódulos linfáticos mamarios. Esos animales eliminan constantemente las brucelas por la leche.

### ***Streptococcus agalactiae.***

Único representante del grupo B de Lancefield (B-estreptococos).

Esta bacteria es el agente asociado clásico de la mastitis bovina y es altamente contagioso.

Existe una contaminación primaria de la leche, es decir que el agente causal se elimina en el ordeño a través de la leche. Una contaminación secundaria por el hombre es muy rara.

Enfermedad en el hombre: Infección en la faringe, infección urogenital en la mujer, durante el parto hay una posible transmisión al neonato.

Existe la posibilidad de una transmisión mutua del bovino al humano por B-estreptococos y ha sido comprobada. Los B-estreptococos han podido ser aislados de personas que consumen leche cruda, de manera mas frecuente que de los que consumen leche pasteurizada.

La prevalencia en los establos de Hesse fue de un 5% en 433 establos investigados, con altos niveles de células somáticas. El *Sc. agalactiae* pudo ser aislado y estaba relacionado con problemas de salud de la glándula mamaria.

### ***Staphylococcus aureus.***

*S. aureus* es a nivel mundial el agente patógeno contagioso más importante asociado con la glándula mamaria, que causa la mastitis.

Existe una contaminación primaria de la leche, pero no se debe de descartar la posibilidad de una contaminación secundaria a través del hombre. El hombre puede infectarse mediante el consumo de leche que contiene *S. aureus* la cual ocasiona una intoxicación alimenticia debido a las enterotoxinas (estables al calor) y el síndrome de choque toxico debido a la toxina TSS-1.

La dosis infectiva es elevada se necesitan de  $10^6$  a  $10^7$  bacterias *S. aureus*/ml para una producción efectiva de enterotoxinas. Hasta el 20% de este agente causal puede producir enterotoxinas. La de tipo C es la más común y en las intoxicaciones humanas son más frecuentes las de tipos A y D.

En un 58% de 433 establos lecheros investigados en Hesse en 1997, los cuales tenían problemas por elevados conteos de células somáticas; el *S. aureus* tuvo una relación importante en todos los casos de mastitis.

En la diferenciación fenotípica de 50 aislamientos de *S. aureus* de vacas con mastitis mediante la prueba de ELISA, el 30% (15 aislamientos) fueron positivos a la formación de enterotoxinas.

En el examen genotípico de 94 aislamientos de *S. aureus* en 94 establos de Hesse, se investigó mediante PCR la formación de enterotoxinas, obteniendo 31 casos (33%) positivos a enterotoxinas en general y de estos hubo 22 (23%) positivos a la enterotoxina C (Zschöck 1998).

### ***E.coli* productora de Verotoxina (VTEC)/ *E.coli* productora de Shigatoxina (STEC).**

Los bovinos son eliminadores asintomáticos de la VTEC y la EHEC. Una contaminación primaria de la leche es sumamente rara. Lo más probable es una contaminación secundaria mediante las heces fecales. La dosis infectiva es muy baja; El hombre se infecta mediante la ingestión de EHEC y le causa la colitis hemorrágica y/o el síndrome hemolítico-urémico. Además de algunos otros factores de virulencia que deben de estar presentes en la bacteria, la patogenicidad de *E. coli* se basa en la capacidad de formar verotoxina (=Shigatoxina). De 223 aislamientos de *E.coli* en vacas enfermas de mastitis, solamente en una vaca (0.45%) se comprobó la presencia de verotoxina.

- La VTEC se pudo aislar con una alta prevalencia en las heces fecales de vacas lecheras de establos de Hesse.
- 8 de 131 aislamientos en muestras de heces de vacas (6%) poseían factores de virulencia (gen: eae-A, junto con hemolisina-EHEC), estos aislamientos tenían relación con casos de enfermedad en humanos.
- Únicamente un aislamiento bovino, con un espectro completo de virulencia (STX 1, gen eae-A y hemolisina-EHEC) pertenecía a la serovariedad 026 que es aislada con frecuencia en humanos.

### ***Campylobacter jejuni.***

Es, a nivel mundial, el segundo agente causal más importante de la enteritis, después de la *Salmonella*.

El bovino es un eliminador asintomático y raramente se presentan casos de aborto epidémico dentro del hato lechero, causados por el *Campylobacter*. La contaminación de la leche es de forma secundaria, debido a las heces fecales. Ese agente patógeno causa en el hombre vomito con diarrea y fuertes dolores en el vientre. En personas inmunodeprimidas puede causar una bacteremia y meningitis. La dosis infectiva es menor de 500 bacterias.

**Tabla 6: Tasas de aislamiento de *Campylobacter jejuni* en heces fecales de bovino.**

<b>País</b>	<b>Año</b>	<b>No. Muestras</b>	<b>Muestras +</b>	<b>%</b>
Suecia	1981	90	17	18.9
Canadá	1981	202	5	2.5
U.S.A.	1982	50	21	42
Holanda	1982	200	11	5.5
Suiza	1982	42	2	4.8
Canadá	1983	421	73	17.3
Noruega	1983	254	2	0.8
Alemania	1985	639	19	3.0
Alemania	1985	228	34	14.9
Hesse	1996	174	10	5.7

### **Paratuberculosis –*Mycobacterium paratuberculosis*.**

*M. paratuberculosis* ocasiona en bovinos una enfermedad muchas veces mortal, la enterocolitis crónica.

La contaminación primaria es posible, si bien es más común la contaminación secundaria con heces fecales. Existe una relación en humanos con una enfermedad inflamatoria crónica del tracto digestivo (Morbus Chron). Se sospecha que existe una predisposición genética a *M. paratuberculosis* y que factores ambientales desencadenan la enfermedad en el hombre.

**Tabla 7. Presentación de Paratuberculosis en bovinos.**

<b>País</b>	<b>Población</b>	<b>%</b>
USA.	Inventario bovino	20 a 40
Suiza	Población Bovina total	6
Austria	Inventario bovino	4 al 12
Alemania	Inventario bovino	10 al 15

### **3. Anatomía de la Glándula mamaria, fisiología de la lactación y el reflejo de eyección de la leche.**

La ubre es un gran cuerpo glandular, el cual sirve para la nutrición del becerro y consta de cuatro cuartos. Cada cuarto representa una unidad. Ello da como resultado que la enfermedad mastitis puede estar confinada a un cuarto, cada cuarto de la ubre consta del cuerpo glandular y el pezón. La ubre esta formada por un sistema de conductos, compuestos por la cisterna del pezón, la cisterna de la glándula, los canales lácteos y los alvéolos. Funcionalmente se diferencia la parte alveolar (porción glandular) del conjunto del alveolo y de la porción cisternal de la cisterna general, así como de los conductos lácteos. En los alvéolos, con un espesor de 0.1 mm en promedio es donde se produce la leche. La pared de un alveolo consta de la membrana basal, en donde se unen en el alveolo, en forma de canasta, las células mioepiteliales con las células epiteliales alveolares (células glandulares lácteas). Antes de la ordeña se encuentra una gran parte de la leche (60%) en la porción alveolar de la ubre. Esa leche puede únicamente ser liberada con ayuda de la hormona oxitocina que es producida en el lóbulo posterior de la hipófisis.

El pezón ayuda en la eyección de la leche. El pezón debe tener de 6 a 8 cm de largo y un diámetro de 2.5 a 3 cm. La musculatura del pezón representa un sistema que enlaza las fibras musculares que corren en diversas direcciones. En la punta del pezón las fibras musculares se ordenan en forma circular para formar un músculo obturador. El canal del pezón (conducto galactoforo) representa la unión de la cisterna del pezón con el ambiente externo. Este mide de 6 a 10 mm. de largo. La luz del canal del pezón es de aproximadamente 0.4 a 0.8 mm.

Con el envejecimiento de la vaca aumenta la amplitud del conducto galactoforo. Este conducto se encuentra recubierto con epitelio poliestratificado liso.

La lactación se mantiene a través de la regulación hormonal. La hormona somatotropa (STH) es la hormona galactopoyetica más importante en la vaca. Mediante la inyección de esta hormona puede ser aumentado claramente el rendimiento lácteo de la vaca. Otras hormonas que también son importantes para la secreción de la leche son las hormonas esteroides, estrógenos, progesterona, prolactina, glucoesteroides y la oxitocina.

Con él termino eyección de la leche se entiende la salida activa, es decir, la conducción de la leche alveolar de la porción alveolar a la porción cisternal de la ubre. Esta se inicia mediante la contracción del mioepitelio que rodea al

alveolo. La eyección de la leche es un proceso de expulsión, que se puede también denominar “disparo” de la leche. Mediante la eyección de la leche puede ser extraída la leche del alveolo. La eyección de la leche es el resultado de un reflejo involuntario neurohormonal, el cual es conocido como el reflejo de eyección de la leche y que abarca los siguientes procesos:

- 1.- Estimulación de los receptores en la pared del pezón mediante; succión, masaje o estímulo de la ordeña y la transformación del estímulo en un impulso excitatorio.
- 2.- Transmisión de la excitación a las vías aferentes nerviosas y al hipotálamo.
- 3.- Liberación de la hormona oxitocina, la cual se forma en el núcleo paraventricular y supraóptico y por transporte axonal se almacena en la hipófisis posterior y de ahí se libera en la sangre.
- 4.- Transporte de la oxitocina de la sangre al mioepitelio de los alvéolos.
- 5.- Contracción de las células mioepiteliales por efecto de la oxitocina con los receptores oxitocinérgicos.
- 6.- La leche alveolar con esto es presionada de la parte alveolar a la porción cisternal alcanzando una presión intra mamaria de 1-4 kPa.

El masaje en la punta del pezón desencadena el reflejo de eyección de la leche y es conocido como “preparación”. También se debe hacer notar, que no únicamente la “preparación” actúa en la eyección de la leche sino todas las manipulaciones de la ubre tienen un efecto estimulante mas o menos intensivo. Por esa razón es importante tomar en cuenta el tiempo completo de duración de la preparación de la ubre para la ordeña, la extracción de los primeros chorros de leche, el lavado de la ubre y la preparación como tiempo de estimulación para poder desencadenar el reflejo de eyección de la leche. Todos estos operativos para la preparación de la ubre deben ser hechos continuos, sin pausas y deben durar cuando menos 30 segundos. La ordeñadora debe colocarse a los 60 segundos y a mas tardar a los 90 segundos. De esta forma se logra una mejor preparación de la eyección de la leche en una ordeña mecánica y se obtienen mejores resultados.



## **4. Mecanismos de defensa y protección de la ubre bovina, patogénesis de la Mastitis.**

El sistema de defensa de la ubre se realiza a través de la sangre y los vasos linfáticos del cuerpo. Los factores de defensa son en primer lugar inespecíficos, pero también pueden ser específicos. Además posee un mecanismo de defensa local, el cual puede evitar la entrada de un agente patógeno extraño, del canal del pezón hacia el sistema de conductos de la ubre, de esta forma se le protege de una infección.

### **Barreras del pezón.**

El esfínter del canal del pezón impide la entrada de bacterias. La amplitud del canal del pezón se encuentra en una íntima relación con el funcionamiento del esfínter. El crecimiento del epitelio se dirige hacia el exterior en la desembocadura del canal del pezón, lo cual también sirve para evitar la entrada de bacterias. Mediante el flujo hacia fuera de la leche (por la ordeña o cuando el becerro mama) son expulsados los agentes patógenos del canal del pezón. La roseta de Füstenberg forma una corona en el paso del canal del pezón a la cisterna de este. Los pliegues de la roseta de Füstenberg no solo tienen una función mecánica como mecanismo de cierre sino también sirve como mecanismo de defensa en ese lugar. La queratinización intensiva del epitelio del canal del pezón forma una capa lactosada bactericida que representa una barrera muy efectiva contra agentes extraños. Si bien ese tapón de queratina será lavado casi completamente durante la ordeña y después de 2-3 horas del ordeño se restablece completamente la función de defensa del canal del pezón.

### **Células de defensa y mediadores de la inflamación.**

Los linfocitos, las células plasmáticas y los macrófagos se pueden encontrar en un número escaso en el tejido conjuntivo de la glándula mamaria bovina. En la ubre sana se observa un paso muy escaso de los granulocitos neutrofilos de la sangre hacia el epitelio alveolar y de ahí a la leche. En caso de que haya una invasión muy fuerte de bacterias se verá aumentado el número de granulocitos de los vasos sanguíneos. Entonces se verá aumentado el número de células somáticas en la leche. Diferentes mediadores químicos desencadenan esas reacciones inflamatorias como consecuencia de la acción de agentes patógenos o algún otro estímulo.

### **Factores de defensa celulares y humorales de la leche.**

La leche tiene un efecto antibacteriano, debido al cual inhibe el crecimiento de bacterias y también mata o hace inofensivas a las bacterias. El efecto antibacterial es debido a factores de defensa celulares y humorales. En esto intervienen los leucocitos polimorfonucleares, los linfocitos y los macrófagos (principal tipo celular en la leche). Los factores humorales son las inmunoglobulinas, factores del complemento, el sistema lactoperoxidasa-tiocianato- peróxido-hidrógeno, la lactoferrina y la lisosima. El paso rápido de los leucocitos sanguíneos a la luz alveolar es de los mecanismos naturales más importantes de defensa contra la mastitis. En el caso de una glándula mamaria sana se puede observar un contenido menor de 100,000 leucocitos/ml en la leche. El contenido de leucocitos aumenta como una respuesta a los microorganismos invasores. En el caso de la mastitis aguda los conteos pueden llegar hasta millones de células somáticas/ml.

El número más importante de los leucocitos durante el curso de una mastitis son los granulocitos polimorfonucleares (PMN). Los PMN reconocen a las bacterias marcadas con anticuerpos y las fagocitan. Pueden pasar unas 12 a 24 horas después de la infección para que el contenido de PMN aumente claramente.

### **Patogénesis de la Mastitis.**

La velocidad, el carácter y la intensidad de los síntomas clínicos así como la duración y terminación de la inflamación de la ubre está determinada por:

- La patogenicidad y virulencia del agente causal.
- Los mecanismos de defensa de la vaca.
- El nivel funcional de la glándula mamaria.
- Y eventualmente la efectividad de un tratamiento.

Independientemente de que agente patógeno sea el causante de la mastitis, existe una frase muy válida:

#### **La Mastitis es una enfermedad de factores;**

Únicamente con una interacción de factores favorables un agente patógeno puede infectar una ubre. La entrada y penetración de una cepa patógena en la glándula se inicia a través del conducto galactoforo, de ahí pasa a la cisterna de la glándula y se dirige a los conductos lácteos para llegar a los espacios alveolares. Esa vía de infección galactogena es la más importante para casi todos los agentes patógenos de la mastitis.

Los siguientes factores disminuyen la resistencia natural de la ubre:

### **Daños en los pezones.**

Si el canal del pezón es lesionado, literalmente se abre la puerta a la invasión de patógenos. Este canal puede lesionarse debido a:

Heridas en los pezones (por manejo deficiente).

Una ordeña muy brusca ( defectos técnicos en el aparato de ordeña, los plásticos muy viejos, una ordeña ciega, defectos o deficiencias en la maquina de ordeño etc..).

### **Elevada presencia de microorganismos.**

Con este termino queremos decir que hay una gran cantidad de bacterias en el sitio (además de otros microorganismos). Las concentraciones ambientales elevadas de bacterias hacen que el mecanismo de defensa de la ubre se debilite.

Este problema puede ser debido a:

Un ambiente muy antihigiénico en el establo.

Una higiene deficiente en la ordeña.

Una higiene deficiente de los pisos y superficies (las bacterias se reproducen mejor en los medios húmedos y cálidos).

### **Deficiencias en la alimentación.**

Debido a las deficiencias en la alimentación, las vacas débiles son presa fácil de una infección en la ubre. Algunos tipos de deficiencia alimenticia, es decir errores en la alimentación conducen a enfermedades en la ubre. También debido a la engorda de vacas viejas en ordeña y en las vacas secas, por una deficiencia de energía en el pico de la lactación, y cuando no se le proporciona a la vaca una cantidad suficiente de vitaminas, minerales etc.,

### **Factores estresantes.**

Cualquier tipo de estrés puede ser dañino a la larga y lesionar el sistema inmune de la vaca. Algunos factores estresantes son por ejemplo: sobrecupo de vacas en el establo, cambiar frecuentemente el personal, deficiencias en el manejo de las pezuñas.

### **Otras Enfermedades.**

Cuando se presentan diferentes enfermedades, que no dañan directamente a la ubre, se puede debilitar el mecanismo de defensa contra patógenos de la mastitis.

Como ejemplos podemos mencionar: enfermedades virales, IBR, PI 3 y BVD/MD, parasitosis, retención placentaria etc.,.

### **Definición de Mastitis.**

Secreción normal.

Un cuarto de la ubre sano es aquel que no muestra alguna alteración patológica externa, la leche no contiene microorganismos patógenos y tiene un nivel normal de células somáticas de  $< 100,000/\text{ml}$ .

**Mastitis subclínica.**

La mastitis subclínica es una inflamación de la ubre sin síntomas externos reconocibles. El contenido de células somáticas esta elevado en dos de tres muestreos (con un intervalo de una semana) y se observa la presencia de patógenos de mastitis, la composición química de la leche esta alterada.

**Mastitis clinica/Mastitis aguda.**

La mastitis aguda se observa con síntomas claros de una inflamación de la ubre, hay temperatura elevada, con dolores e inflamación. La leche esta muy alterada macroscopicamente y con frecuencia los animales presentan fiebre .

**Tabla 8: Valoración citológico-microbiológica (DVG-1994).**

Contenido celular por ml de leche	Microorganismos	Patógenos de la ubre
	No se detectan	Se detectan
<100,000	Secreción normal	¿Infección latente¿
>100,000	¿mastitis inespecífica¿	Mastitis

**5.- El contenido de células somáticas en leche.**

Como células somáticas se designan a células del propio organismo que se encuentran en la leche. Estas proceden de la sangre y del tejido glandular. El contenido de células somáticas en la leche nos permite tener un criterio sobre el estado funcional y de salud de la glándula mamaria en estado lactante y debido a su estrecha relación con la composición de la leche es un criterio de calidad muy importante.

**Funcionamiento fisiológico de las células lácteas.**

La leche contiene células somáticas, que en una glándula mamaria sana solo se presentan en cantidades pequeñas. En este caso se trata de células de tejidos (células epiteliales) y de células de defensa (granulocitos, polimorfonucleares, neutrofilos, macrófagos y linfocitos). La importancia biológica de las células somáticas estriba en la intervención en la defensa contra infecciones de la ubre. En enfermedades y estimulaciones de la glándula mamaria aumenta el contenido de células en la leche, asimismo el contenido de células sanguíneas de defensa aumenta considerablemente.

### **Determinación del contenido de células somáticas en leche.**

Bajo condiciones de laboratorio, esta medición en la leche, se lleva a cabo mediante un contador óptico de fluorescencia automático.

En el establo lechero hay dos métodos útiles para poder observar si un cuarto de la ubre tiene un numero elevado de células.

La determinación del contenido de células al inicio del ordeño, se puede hacer con la prueba celular de la leche (California Mastitis test o prueba de Schalm). Este es un método indirecto muy confiable para determinar el contenido celular.

Se puede también determinar la capacidad de la conductividad eléctrica de la leche al inicio del ordeño, con un aparato manual especial. Ese método se basa en que con un aumento de el contenido de células en leche, la conductividad eléctrica aumenta.

Este método ha dado como resultado un gran numero de falsos positivos, así como de falsos negativos por lo que no es muy confiable.

Los fabricantes de maquinas ordeñadoras han desarrollado indicadores muy sensibles, que en el transcurso de la ordeña muestran los cambios en la conductividad eléctrica en un cuarto de la ubre. Sin embargo aquí también son validas las limitaciones en la sensibilidad y especificidad del aparato manual.

### **Valores limites de células para la ubre sana.**

No pueden definirse limites muy estrictos para la ubre sana o la enferma, de tal forma como tampoco lo es posible en otros órganos. Si bien para el juzgamiento del nivel de salud de la ubre debemos de fijar ciertos criterios. Con relación al contenido de células en la leche según el estado actual de conocimientos, en una vaca sana se pueden encontrar hasta 100,000 células somaticas/ml como un nivel fisiológico normal (conteo según el principio óptico de fluorescencia, ver tabla 8).

Cuando se sobrepasa el valor limite de 100,000 células, también se cambia la composición de la leche. Los cuartos sanos de la ubre son aquellos en los que no se palpa u observa algún cambio patológico, cuya leche no contiene microorganismos patógenos y que tienen un numero normal de células.

También en las vacas con ubres sanas pueden existir variaciones del numero de células en la leche.

El espectro de variación fisiológica es muy estrecho. Una excepción es la fase calostrual de lactación y en el final de la lactación con un retroceso muy claro. Pero siempre es valido que los cambios fisiológicos en el conteo de células debe ser igual en todos los cuartos.

En el juzgamiento del numero de células por cuarto o por cada animal y por tanque de leche (es decir por toda la leche recolectada en el hato) no hay

diferencias principales. Si se habla de un hato sano, es cuando un numero muy bajo de vacas presenta la mastitis subclínica (la mastitis subclínica se caracteriza por que no se reconoce a simple vista). Existe también la posibilidad de que cuando se realiza el conteo celular, haya una gran cantidad de vacas con muchas lactaciones y con un numero de células elevado fisiológicamente. Por todo ello existe un nivel de tolerancia de hasta 150,000 celulas/ml en la leche del tanque de recolección.

### **Juzgamiento de la salud de la ubre, del curso de la infección y calculo de las perdidas económicas dependiendo de los resultados del conteo de células.**

El contenido de células somáticas por ml. de leche puede ser representado en números absolutos (p. ej. 250,000) o puede ser transformado logaritmicamente para obtener una distribución normal. A nivel internacional es costumbre cambiar el numero de células en el Linear Somatic Cell Score (SCS) con la siguiente formula:

$$SCS = \log_2 (\text{numero de células}/100,000) + 3.$$

$$\text{p.ej. } 250,000 \text{ significa } SCS = \log_2 (\text{numero de células}/100,000) + 3 = \log_2 2.5 + 3 = 1.32 + 3 = 4.32$$

**Tabla 9. Transformación del numero celular en SCS.**

Numero de células por ml en 1,000	12.5	25	50	100	400	800	1600	3200
SCS	0	1	2	3	4	6	7	8

### **Conteo celular de la leche total del hato.**

Cuando se realiza el conteo celular del tanque no se puede valorar correctamente la situación de la salud de las glándulas mamarias de un hato. Únicamente en hatos con un numero menor de 30 vacas, tiene este parámetro valor.

**Tabla 10. Contenido celular de la leche colectada del hato (Tanque) para monitorear la situación de la mastitis.**

Conteo celular en el tanque células/ml de leche	Categorías en la salud del hato
< 125,000	Sanos
126,000-250,000	Sospechosos
>250,000	Enfermos

### **Contenido celular en el ordeño total de la vaca.**

Este parámetro en una vaca nos sirve en el control mensual para todas las vacas de un hato, las cuales están sujetas a controles lácteos en un establo. Estos conteos celulares mensuales representan una base de datos decisiva para juzgar el estado de salud de la ubre. El ordeño total de una vaca se compone de la secreción de los cuatro cuartos de la glándula. Esto significa que de acuerdo con el numero celular total de la leche, se puede colocar con el numero 1 cuando se han contado menos de 100,000 celulas/ml. Según el conteo de los cuartos enfermos de la ubre y el tamaño del proceso inflamatorio, resulta en la mezcla de la ordeña total un contenido celular con altibajos. Por ejemplo en el caso de un cuarto enfermo los números de células regularmente rebasan los 100,000/ml en la ordeña total.

**Tabla 11. Comparación de la frecuencia del conteo celular total en un hato sano.**

Clases en conteo celular	<100,00	100,001-200,000	200,0001-400,00	>400,000
SCS	<3	3-4	4-5	>5
% de las vacas	66%	27%	5%	2%

Analizando esta tabla, es claro que en un hato saludable del total de las ubres en dos terceras partes de las vacas, en cualquier punto del muestreo, el conteo total de células en el ordeño es menor de 100,000 células/ml en leche y que no mas del 2% rebasan las 400,000 células /ml

Al hacer la revisión de los resultados mensuales de conteo celular de una vaca en relación con todas las vacas de un hato lechero, se pueden reconocer procesos dinámicos infecciosos .

**Tabla 12. Conteo celular total en una vaca sana.**

Mes	Dic.	Nov.	Oct.	Sep.	Ago.	Jul.	Jun.	Mayo	Abril	Marzo	Feb.	Ene.
Celulas/ml X 1,000	67	55	80	70*	Seca	Seca	115	90	57	85	42	67

\*Conteo celular al secado de la vaca.

**Tabla 13. Conteo celular de una vaca primeriza en el 3er mes de lactación.**

Mes	Dic.	Nov.	Oct.	Sep.	Ago.	Jul.	Jun.	Mayo	Abril	Marzo	Feb.	Ene.
Celulas/ml X 1,000	232	405	358	190	250	170	115	62	28*	--	--	--

\*Parto en el mes de Abril; Nueva infección en Junio.

**Tabla 14. Conteo celular en una vaca enferma crónica (no hubo curación durante el periodo seco).**

Mes	Dic.	Nov.	Oct.	Sep.	Ago.	Jul.	Jun.	Mayo	Abril	Marzo	Feb.	Ene.
Celulas/ml X 1,000	796	477	240	151	341	189*	Seca	Seca	308	379	87	200

**Tabla 15. Conteo celular en una vaca enferma de una mastitis crónica (con curación durante el periodo seco).**

Mes	Dic.	Nov.	Oct.	Sep.	Ago.	Jul.	Jun.	Mayo	Abril	Marzo	Feb.	Ene.
Celulas/ml X 1,000	67	89	37	Seca	Seca	800	1000	457	1367	921	456	1642

Existe continuamente una relación estrecha entre un elevado numero de contenido celular y la producción de leche. En la tabla 16 se puede reconocer, que una vaca con un SCS de 5 en la tercera lactación obtuvo un descenso en la producción de leche de 540 Kg

**Tabla 16. Interrelación del SCS con la baja en la producción de leche.**

SCS	Baja en la producción de leche Kg./lactancia	
	1ª. Lactancia	Siguientes lactaciones
0	0	0
1	0	0
2	0	0



<b>3</b>	<b>90</b>	<b>180</b>
<b>4</b>	<b>180</b>	<b>360</b>
<b>5</b>	<b>270</b>	<b>540</b>
<b>6</b>	<b>360</b>	<b>720</b>
<b>7</b>	<b>450</b>	<b>900</b>
<b>8</b>	<b>540</b>	<b>1080</b>
<b>9</b>	<b>630</b>	<b>1260</b>

### **La frecuencia de las mastitis clínicas como medida para el juzgamiento de los casos de Mastitis en el hato lechero.**

La evaluación de la salud de un hato lechero, utilizando el conteo celular de cada animal en relación con el conteo celular de la leche del tanque, no es muy representativa. En hatos lecheros que están libres de *S. agalactiae* o de *S. aureus*, que tienen niveles muy bajos de células somáticas (<150,000 células/ml), encontramos con mucha frecuencia niveles elevados de mastitis clínica causados por agentes asociados al medio ambiente. Una tasa elevada de mastitis clínicas tiene poco efecto sobre el conteo celular del tanque, ya que una vaca con mastitis clínica es reconocida por los ordeñadores y su leche es separada del resto de la leche y no se mezcla en el tanque. Además de que el 60-70% de las infecciones causadas por agentes asociados al medio ambiente no duran mas de 30 días y que raramente existe mas de un 10% de los cuartos de un hato infectados al mismo tiempo. No por ello son menores las pérdidas económicas, pero frecuentemente son esas continuas mastitis clínicas la causa para un uso indiscriminado de medicamentos, con el consiguiente problema de un incremento adicional en los casos de mastitis por Levaduras y prototecas .

#### **El conteo de la tasa de las Mastitis clínicas.**

Existen diferentes posibilidades de hacer una incidencia por lactancia para mastitis clínicas de un hato.

Incidencia de Lactación.

La incidencia de lactaciones es el número de vacas las cuales en un periodo de un año han enfermado una o varias veces de mastitis clínica, expresado en porcentaje.

Por ejemplo, si tuvimos 8 vacas el año pasado de un hato de 50 vacas con mastitis clínica:  $8 \div 50 \times 100 = 16\%$ .

Esto quiere decir en el hato hubo una incidencia de lactación para mastitis clínica del 16%.

**Incidencia total.**

La incidencia total es el numero de mastitis clínicas en un hato con referencia a un año. Si una vaca enferma varias veces en el año entonces se registran 3 casos, cuando haya cuando menos un lapso de 8 días entre cada caso de enfermedad. Por ejemplo hubo 57 casos de mastitis clínica en un hato con 320 vacas el año pasado.

$$57 \div 320 \times 100 = 17.8\%.$$

esto es por cien vacas en ese hato hubo 17.8 casos de mastitis clínica.

**Tabla 17. Juzgamiento del estado del hato en relación con la incidencia total de las mastitis clínicas.**

<b>Incidencia total</b>	<b>Juzgamiento</b>
<24 % al año	Bueno
24-60 por año	Podría ser mejorado
>de 60 por año	Son necesarias medidas inmediatas

## 6.- Clasificación de los agentes causales de Mastitis.

En la investigación microbiológica, los agentes patógenos de la mastitis subclínica han sido clasificados en dos grandes grupos debido a sus diferentes propiedades;

Grupo 1: Agentes patógenos de mastitis contagiosa asociados a las vacas.

Grupo 2: Microorganismos ambientales de mastitis “agentes patógenos asociados al medio ambiente”.

**Tabla 18. Agentes patógenos de Mastitis subclínica.**

	Patógenos principales Asociados a la ubre Contagiosos	Patógenos principales Asociados al medio ambiente	Patógenos menores Asociados a la ubre
Agente patógeno	<i>S. agalactiae</i> <i>S. aureus</i> <i>G Scc. L-Scc.</i> ( <i>S. dysgalactiae</i> )	(estrep. esc. pos.) ( <i>S.uberis</i> , enterococos) Cepas coliformes	Estafilococos Coagulasa positivos Corinebacterias, <i>C. bovis</i>
Reservorio	La ubre	El Medio ambiente. La piel de la ubre	La piel de la ubre. El canal lineal ( <i>C. bovis</i> ).
Trasmisión	Al ordeño	En cualquier tiempo	En cualquier tiempo
Profilaxis	Higiene al ordeño	Factores	Factores

Nota: *S. dysgalactiae* y los estreptococos esculina positivos se encuentran entre los asociados a la ubre y los asociados con el medio ambiente.

### **Grupo 1. Los agentes clásicos contagiosos de mastitis “asociados a la ubre”.**

(*Sc. agalactiae*, *G. estreptococos*, *L-estreptococos*, *Sc. dysgalactiae* y *S. aureus*).

Estos agentes contagiosos pueden a largo plazo únicamente sobrevivir en la ubre. Por ello es la glándula mamaria el reservorio principal para los agentes contagiosos que salen al exterior en la leche.

El contagio se efectúa principalmente en la ordeña, de un cuarto a otro, de una vaca a otra y son transmitidos principalmente de la siguiente forma:

Mediante la mano del ordeñador.

A través de aerosoles de la leche.

Mediante las toallas para secar la ubre.

Mediante el equipo de ordeño.

El prototipo del agente contagioso causal de la mastitis lo representa el *Sc. agalactiae*, se puede encontrar eventualmente en los cuartos enfermos, aunque exteriormente no haya una inflamación de la ubre (subclínica), lo cual es la regla. También son posibles, las llamadas infecciones latentes (numero de células en un cuarto normal, sí bien el agente patógeno se elimina con la leche).

La bacteria posee el antígeno B de pared celular, el cual es específico de grupo, de ello viene el nombre “B-estreptococos” que es un sinónimo muy utilizado. *Sc. agalactiae*, se ha aislado en todo el mundo y antes de la introducción de la terapia de antibióticos para el tratamiento de mastitis, fue el agente patógeno más aislado en las mastitis. En relación con las medidas higiénicas preventivas la terapia con antibióticos causó una disminución en la frecuencia de infecciones de *Sc. agalactiae* en casos de mastitis. Sin embargo en algunos países esta bacteria está ampliamente distribuida y es causa de grandes pérdidas en los establos lecheros.

Los estreptococos pasan del canal lácteo a la glándula mamaria. Posteriormente se difunden las bacterias hasta las vías lácteas superiores y de ahí a los alvéolos, entonces este patógeno se limita en el sistema de canales lácteos y muy raramente invade las capas superiores del tejido. La cantidad de tejido infectado y el carácter de las lesiones son muy importantes para el proceso de la infección y de ello depende si el curso de la infección es latente, subclínica o clínica. Lo más común es que haya un curso subclínico de la infección. La forma clínica se observa principalmente sin hallazgos generales, es decir solo síntomas locales, como enrojecimiento e inflamación del cuarto afectado, relacionado con cambios en la secreción (grumos, fibrina, secreción acuosa).

Otros estreptococos como el *Streptococcus canis* G-estreptococos y los L-estreptococos son conocidos como agentes patógenos en casos contagiosos de mastitis. Los estreptococos con el grupo específico G del antígeno de pared celular (*G-Streptococcus*) se presentan esporádicamente en bovinos como agentes causales de mastitis. Además han sido aislados de la garganta de perros y así mismo de diferentes órganos. También han sido aislados los G-estreptococos de humanos. La transmisión del patógeno, la diseminación en la ubre y el control y saneamiento de la enfermedad son similares a las de *Sc. agalactiae*.

Los estreptococos con el antígeno específico de pared celular del grupo L, también se presentan esporádicamente como causantes de mastitis y también aquí la diseminación y tratamiento se realiza como con *Sc. agalactiae*. Como reservorio de los L-estreptococos se encuentran los cerdos. Esta bacteria también ha podido ser aislada de aves y perros. También se han reportado infecciones en humanos.

Entre los estreptococos con el antígeno específico de pared celular C se presenta principalmente el *Sc. dysgalactiae*. La frecuencia es variable y se presenta en regiones diferentes que son afectadas por la mastitis.

A diferencia de los estreptococos contagiosos (*Sc. agalactiae*, *Sc. canis* y L-estreptococos) esta bacteria se encuentra frecuentemente fuera de la glándula mamaria. Debido a la buena capacidad para la adherencia al epitelio de la glándula mamaria, este patógeno puede causar mastitis subclínica y ocasionalmente mastitis clínica. La mastitis causada por *Sc. dysgalactiae* se presenta esporádicamente y raramente tiene carácter contagioso.

Los principales problemas en la actualidad son causados por *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Este agente patógeno es una de las bacterias más comunes de la mastitis subclínica. Mientras que en los años sesentas la mastitis por estafilococos tenía una escasa importancia, actualmente se ha aislado *S. aureus* en un 20% de las muestras bacteriológicamente positivas de cuartos afectados por la mastitis.

El *S. aureus* no está tan bien adaptado al tejido de la ubre como el *S. agalactiae*. Esta bacteria tiene una gran resistencia fuera de la ubre bovina y por ello puede vivir mucho tiempo fuera de esta. *S. aureus* posee diferentes factores de patogenicidad (factor aglutinante, coagulasa, DNasa, hemolisinas etc.), los cuales acumulados causan la enfermedad en la glándula. A pesar de la alta capacidad de supervivencia en el ambiente, los cuartos infectados de la ubre juegan un papel decisivo en la transmisión de la infección por *S. aureus* en los establos lecheros.

La máquina de ordeña, las toallas o las manos del ordeñador transmiten la bacteria de un cuarto infectado a uno sano. De la punta del pezón pasa el patógeno, a través del conducto galactoforo a la ubre. Mediante algunos de los factores de patogenicidad de la bacteria, son eliminados, por lo menos parcialmente, los mecanismos de defensa de la ubre, por ello este patógeno tiene una presencia y eliminación de la leche por muy largo tiempo. Algunos de los cúmulos de las bacterias son rodeados por células inmunes en las células alveolares, si bien no se presenta una eliminación muy efectiva de las bacterias. Mediante la eliminación del tejido especialmente la del epitelio alveolar, se presenta una proliferación más o menos fuerte del tejido de la ubre, de esta forma se hacen nódulos y nodulitos, los cuales contienen

bacterias vivas de *S. aureus*, estas pueden posteriormente salir de esas células y el cuarto afectado empiezan nuevamente a eliminar bacterias, por lo que representa un peligro para los cuartos sanos no afectados.

Debido al carácter contagioso de los agentes causales de mastitis “asociados a la ubre”, los animales infectados representan un peligro para el hato lechero. Las bases para el combate actual de los patógenos de la mastitis son por ello medidas higiénicas durante el periodo de ordeño o a la mitad del ordeño y una utilización consecuente de los selladores de los pezones.

### **Grupo 2 Cepas del medio ambiente o agentes causales de mastitis asociados al “ambiente”.**

(*Streptococos* esculina positivos, *estafilococos* coagulasa negativos, *Escherichia coli* y cepas coliformes).

Los agentes patógenos de la mastitis ambiental, como el nombre lo dice, por el contrario de los agentes patógenos contagiosos de la mastitis, se localizan principalmente en el medio que rodea a la vaca. Las bacterias pertenecen a la microbiota normal del ambiente y se encuentran en cada establo. Como los principales representantes de este grupo tenemos a los *Streptococos* esculina positivos (frecuentemente *Streptococcus uberis*, ocasionalmente enterococos), *estafilococos* coagulasa negativos (diferentes tipos de *estafilococos*, con excepción de *S. aureus*) y cepas coliformes (*Escherichia coli*, diferentes especies de *Citrobacter*, especies de *Enterobacter* etc.,).

Estos patógenos poseen en general un potencial muy pobre para causar enfermedad. Sin embargo pueden penetrar en el conducto galactoforo hacia la ubre y causar infecciones muy persistentes y con una terapia muy difícil. Se ha mencionado al *Sc. uberis* como un agente causal muy común de mastitis, sobre todo en el periodo seco de la vaca. Raramente se presenta una mastitis clínica causada por *Sc. uberis*. En comparación con los patógenos mencionados anteriormente el *Sc. uberis* es muy poco patógeno para la glándula mamaria. Sin embargo este microorganismo puede, especialmente cuando hay una baja muy notable de las defensas del organismo en general y especialmente de la ubre, causar infecciones de una terapia sumamente difícil y muy persistentes.

Los enterococos causan en los bovinos mastitis en uno o dos animales. Su hábitat natural es el tracto gastrointestinal de los mamíferos. De ahí pueden ser evacuados a los corrales y cuando hay un animal con inmunodepresión, podrán colonizar la ubre. El curso de la mastitis es muy similar al de *Sc. uberis*, se debe enfatizar que los enterococos son muy resistentes a antibióticos.

Las infecciones en la ubre causadas por *estafilococos* coagulasa negativos causan un aumento en los conteos de células somáticas y raramente una

mastitis clínica. Entre los estafilococos coagulasa negativos se encuentran varias especies capaces de causar mastitis. Se menciona principalmente a *S. xylosus*, *S. simulans*, *S. warneri*, *S. conii*, *S. ceuri*, y *S. hyicus*. Existen datos actualmente de que estos microorganismos poseen diferente patogenicidad.

La *Escherichia coli*, y diferentes especies de cepas coliformes se encuentran en el intestino grueso de animales de sangre caliente y se eliminan en heces fecales. Una parte de esas enterobacterias saprofitas pueden causar daño en otros tejidos fuera del tracto gastrointestinal. Un especial significado lo tienen la *E. coli*, diferentes especies de *Klebsiella* y *Enterobacter spp.* Las mastitis por *E. coli* se han observado frecuentemente en las primeras semanas de lactación, después del parto. Esta forma de mastitis transcurre de forma aguda e hiperaguda y en la mayoría de los casos con síntomas generales de infección. En los casos de mastitis con un desenlace mortal *E. coli* es el patógeno aislado con mas frecuencia. Bajo las condiciones modernas de manejo de los grandes hatos, con animales de altos rendimientos y condiciones de manejo intensivas, ha sido reportada con mas frecuencia la presencia de mastitis clínica “leve”. Las infecciones debidas a los agentes patógenos de mastitis asociados al medio ambiente son posibles cuando fallan los mecanismos de defensa de la vaca, es decir de la ubre.

Las causas son errores en el manejo, especialmente en la higiene, la alimentación y el régimen de ordeña. Con un clima muy malo en el establo y una deficiente higiene en los echaderos de las vacas (las bacterias se reproducen mejor en un medio húmedo), aumenta el numero de bacterias y una variedad mayor de cepas, que rebasan la capacidad de defensa de la ubre de la vaca.

#### **Agentes causales poco comunes de mastitis clínicas (Mycoplasmas, levaduras, prototecas, Nocardias).**

Los *Mycoplasmas* principalmente *Mp. Bovis* y *Mp. Bovigenitalum* son patógenos altamente contagiosos de mastitis aguda con una terapia sumamente difícil. La sospecha de mastitis por Micoplasmas se presenta cuando repentinamente muchos animales muestran una mastitis sin trastornos en su estado general, una disminución clara de la producción de leche en el cuarto afectado, la infección se pasa de un cuarto a otro de la ubre de la vaca y con la terapia no se puede lograr la curación de la vaca.

Para aislar micoplasmas de muestras de leche son necesarios medios de cultivo especiales y un periodo de incubación de varios días. No hay medicamentos efectivos para la terapia, por lo que en estos casos se recomienda eliminar a los animales.

Mastitis por Levaduras, principalmente *Cryptococcus neoformans* y *Candida albicans*, esta se desarrolla principalmente en el 80% de los casos relacionados

con una terapia inmoderada de antibióticos o como consecuencia de heridas en los pezones. No existe una terapia efectiva.

Prototecas, principalmente *Prototheca zopfii*, son algas sin color, las cuales se encuentran cercanas a las vacas, no tienen propiedades patógenas. En inflamaciones de la ubre pueden ser introducidas después de un tratamiento local con antibióticos, especialmente cuando la punta del pezón no fue correctamente desinfectada, mediante contaminación del medicamento o cuando se utilizan medicamentos almacenados por largo tiempo. La curación de una vaca con mastitis por prototecas es en general muy mala. Se recomienda que los animales infectados sean sacrificados (Schlenstedt 1997).

Nocardias (*N. asteroides*) son bacterias ampliamente difundidas, que han sido aisladas en la tierra, en aguas superficiales, en el lodo, la suciedad y en el alimento de animales.

La infección de la ubre por nocardia es muy rara. Estos patógenos se presentan únicamente con factores predisponentes en el sistema recolector de cisternas de la ubre. En el curso de una inflamación granulomatosa, hay una transformación de los alvéolos glandulares a un granuloma epitelial. No hay una terapia para las mastitis por Nocardias.

## **7.- La toma antiséptica de muestras de leche.**

Para hacer un examen bacteriológico es indispensable la toma antiséptica de muestras bajo condiciones adecuadas. Además de que es importante obtener cuidadosamente las muestras y trasladarlas en una hielera a baja temperatura.

### **Equipo y material.**

Los tubos de ensayo deben de estar bien cerrados y con un tapón hermético. Su esterilización debe ser mediante calor o gas. Si la tapa del tubo es de colores diferentes, esto puede ser útil para identificar los diferentes cuartos muestreados. El buen traslado de los tubos se puede realizar en las gradillas adecuadas.

### **Toallas de limpieza.**

Se deben utilizar toallas de papel desechables, a las cuales se les rocía con una solución de etanol, propanol o isopropanol a concentración de 70 a 80%.

### **Hielera portátil.**

Para el transporte de las muestras de leche del establo al laboratorio se utilizara una hielera hermética portátil.



**Procedimiento.**

La interpretación de las células somáticas es posible realizarla después de cinco días del parto de la vaca. Lo mismo es válido para el secado de la vaca, es decir las interpretaciones se pueden hacer 5 días antes del secado, después no. La producción de leche mínima del animal debe ser de por lo menos 5 kilogramos.

Debido a que existen variaciones considerables en el conteo de las células somáticas (valor máximo unas horas después del ordeño y un valor mínimo durante el tiempo de ordeño), deberán ser tomadas las muestras necesariamente antes del ordeño. En el caso de intervalos variables de ordeño, debe de esperarse también que el contenido de células somáticas sea variable.

Para poder evitar la contaminación a nivel del canal lineal es decir en la abertura del pezón, deberá de desinfectarse regularmente cada pezón antes de la toma de las muestras. Esa desinfección debe hacerse mínimo durante una semana después de cada ordeño con un buen sellador desinfectante .

Las lesiones cercanas a la punta del pezón deben ser marcadas, ya que aunque no se haya presentado una infección intramamaria, los microorganismos patógenos pueden caer a la leche debido a la lesión.

**Preparación de los pezones.**

Antes de tomar las muestras los pezones deben de ser desinfectados. El lavado de los pezones se hace solamente si existe suciedad. En este caso se utilizara una solución desinfectante de cloro con 20 ppm o con yodo a concentración de 60 ppm. . Enseguida se secara el pezón con una toalla desechable.

Se desechan de 10 a 15 ml de leche de cada cuarto . Enseguida se limpia la punta del pezón y su orificio durante 10 a 15 segundos con una toalla desechable sumergida en alcohol, con esto ocurre la desinfección. Se utiliza una toalla para cada pezón. El pezón más cercano al técnico que toma la muestra es el ultimo que se desinfecta y la primera muestra se toma del pezón mas cercano.

**Toma de la muestra.**

Las manos deberán desinfectarse antes de tocar la ubre. El tubo de ensayo debe colocarse de forma horizontal y debe evitarse la entrada de suciedad. La toma de muestra se hace con una presión mínima y de ser posible con una sola presión del pezón. El tubo de muestra debe ser llenado con dos tercios como máximo.

**Toma de las muestras mediante punción de las tetas.**

La toma de muestra mediante la punción en la cisterna de la teta puede realizarse; para poder diferenciar entre una infección del conducto galactoforo

y/o del tejido glandular de la ubre. Para este propósito debe ser sedada la vaca. La piel se lava y se desinfecta cuidadosamente, con una toalla embebida en alcohol, a nivel del seno de la teta. La teta deberá ser oprimida proximalmente a nivel de la base. Con una aguja estéril será tomada la muestra de leche a nivel del seno de la teta. La toma deberá realizarse de preferencia utilizando un tubo de ensayo con vacío.

### **Conservación y manejo de las muestras.**

Los tubos de ensayo llenos con muestras deben de ser transportados en una gradilla adecuada hacia el laboratorio. Cuando hace mucho calor o existe retraso en el transporte los tubos deben ser colocados en una hielera con agua y hielo. El procesamiento de la muestra deberá ser hecho inmediatamente después de su llegada al laboratorio. La temperatura de traslado será de 4 a 5° C. Deberá evitarse un almacenamiento de la muestra mayor de 24 horas.

### **Conservación.**

En el caso de que las muestras permanezcan en frío mas de 24 horas, para su investigación bacteriológica después de la toma o que después de esta no se disponga de enfriamiento, las muestras deben ser preservadas. Para ello podemos utilizar preparaciones de ácido bórico, la concentración adecuada es de 0.5 al 0.6% del  $H_3BO_3$ , en la muestra. Esto se puede lograr también con 5g de  $H_3BO_3$  + 1g de Glicerina en 100 ml de agua destilada, de los cuales 1.2 ml de esa solución son suficientes para 10 ml de leche. Para ese propósito existen en el mercado preparados comerciales. Las muestras conservadas de esta forma pueden permanecer 24 horas a temperatura ambiente (20° C) y otras 24 horas mas a 6° C para enseguida ser analizadas.

## **8.- Métodos de aislamiento e identificación de agentes patógenos de la mastitis.**

Los siguientes procedimientos describen el aislamiento y la identificación de agentes patógenos de mastitis (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Enterococos*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Escherichia coli* y *Actinomyces pyogenes* entre otros), de cuartos de la ubre. Para la investigación de las muestras de los cuartos de la ubre tomados asépticamente, se usan comúnmente medios no selectivos.

El agar sangre es el medio de cultivo mas adecuado para aislar los agentes causales de mastitis. La diferenciación de *Streptococcus*, *Staphylococcus aureus* y *Micrococcus spp.* se puede hacer bien en este medio. Si al medio se

le agrega el 0.1% de esculina se hace una mejor diferenciación de los *Streptococcus*.

Por ejemplo:	g/l
Agar base Sangre- Tryptosa-oxoid	10.0
Polvo Lab-lemco	3.0
Cloruro de Sodio	5.0
Agar No. 3	12.0
pH 7.2 + 0.1	

Pueden ser utilizados otros medios de cultivo adecuados. A 100 ml del medio básico estéril y enfriado a 45 a 48° C, se le agregan de 5 a 10 ml de sangre de borrego con citrato. De ese medio se agregan de 8 a 10 ml en una caja de Petri con una altura de 9 a 10 mm esta es importante en la diferenciación de los estreptococos.

Para la producción del Agar sangre, se pueden utilizar sangre de bovino (de preferencia de ternero) o sangre de borrego. La antihemolisina de estafilococos, la cual esta presente en la sangre de determinados animales, puede inhibir la presencia de las hemolisinas  $\alpha$  y  $\beta$  de *Staphylococcus aureus*. Por ello debe de ser probada cada sangre nueva, mediante una cepa de referencia de *Staphylococcus aureus*, el cual forme una zona amplia de 4-6 mm de hemólisis incompleta ( $\beta$ ). Cepa ATCC no. 24178. Así como con la cepa de referencia y se debe de obtener una zona limitada de hemólisis completa ( $\alpha$ ) cepa ATCC No. 8096. La sangre de conejo, caballo o humano no es adecuada para la preparación del agar sangre.

#### **Preparación de las muestras.**

Después de enfriar las muestras, las bacterias se concentran en la capa de grasa. Por ello todos los tubos deben ser cuidadosamente agitados y calentados a una temperatura de 16 a 18° C.

#### **Inoculación de los medios.**

En el diagnóstico microbiológico de la mastitis, no se puede hacer un inóculo cuantitativo. Debido al tamaño del inóculo y a la superficie sembrada existen las respectivas variaciones de la cantidad de cepas encontradas. Por ello se recomienda, utilizar un inóculo de 0.05 ml, el cual deberá ser inoculado en cuando menos media caja de Petri ( se puede usar una asa con diámetro de 6 mm. Una espátula de vidrio o un palillo de vidrio también pueden ser

utilizados). Para la investigación de todas las vacas de un hato, también se puede utilizar un inóculo de 0.01 ml en un cuarto de una caja de Petri.

Por lo tanto todas las muestras de leche infectadas y no infectadas contendrán una cantidad baja de microbios. También algunos cuartos infectados pueden en algunos casos contener menos de 20 microorganismos patógenos/ml. Entonces son necesarias mas investigaciones de diferentes muestras del mismo cuarto, ya que nos da mas y mejor información, que varias inoculaciones de una sola muestra.

#### **Preincubación de las muestras de leche.**

En casos de las llamadas mastitis clínicas o subclínicas antisépticas (trastornos de la secreción) ocasionalmente puede ser encontrado el agente patógeno, cuando se realiza un preenriquecimiento de la muestra a 37° C con una duración de 6 a 18 horas antes de ser sembrado en el Agar sangre. Este tipo de preenriquecimiento puede ser realizado únicamente cuando la muestra ha sido tomada en forma antiséptica. En el caso de la interpretación de las placas de agar sangre debe tenerse mucha precaución y se hará una toma de muestras de los cuatro cuartos y todos serán enriquecidos. Únicamente en caso de que se presenten microorganismos patógenos en un cuarto sospechoso puede ser diagnosticado con seguridad. Una confirmación del diagnostico, deberá realizarse mediante la punción de la teta o mediante la investigación de muestras frescas de leche.

#### **Incubación.**

Las temperaturas de incubación varían de 35 a 37° C. La lectura de los medios se realiza a 24 y 48 horas después de haber sido inoculados los medios o se realiza una sola lectura a las 36 horas.

#### **Identificación de grupos específicos o especies de agentes patógenos de mastitis.**

##### ***Staphylococcus aureus***

Esta bacteria produce en agar sangre colonias blanco-grisáceas y ocasionalmente doradas, con un diámetro de 3 a 5 mm. Regularmente se observan zonas típicas de hemólisis. La  $\alpha$  hemolisina produce una zona clara con una hemólisis completa, mientras que la  $\beta$ -hemolisina causa una zona clara delimitada con una hemólisis incompleta.

Algunas cepas de *Staphylococcus aureus* no son hemolíticas o producen una zona muy estrecha de hemólisis completa, limitada. Los estafilococos formadores de las hemolisinas tienen por lo regular el factor aglutinante y son coagulasa positivos. Las colonias de estafilococos las cuales tienen una zona muy pequeña de hemólisis (1mm o menos), o que tienen una hemólisis parcial, son por lo regular coagulasa negativos. También esas cepas pueden

causar infecciones de la ubre con un numero elevado de células somáticas en leche.

Los estafilococos son bacterias cocoides gram positivas y se agrupan en forma de racimos de uva.

### **Identificación preliminar.**

Si se encuentra presente una zona clara de  $\beta$ -hemólisis en el agar sangre no se necesita hacer la prueba de coagulasa o la del factor de aglutinación. En los demás casos se debe hacer, ya sea la identificación del factor de aglutinación, de la coagulasa o se puede hacer una prueba con un kit comercial que nos ayude a la clasificación de los estafilococos, especialmente de los coagulasa negativos.

### **La prueba del factor de aglutinación.**

A una asa de bacterias que se han tomado de una caja con medio de agar sangre, se le agrega una gota de solución salina fisiológica y esto se mezcla en un portaobjetos con unas gotas de plasma citratado bovino, de cerdo o conejo. La aglutinación significa un resultado positivo. Paralelamente se realiza una prueba control utilizando NaCl fisiológico.

### **Prueba de coagulasa en tubo de ensayo.**

Se toma una colonia sencilla de un cultivo de 24 horas de incubación, o se puede tomar 0.02 ml de un cultivo en caldo, esto se mezcla con 1.0 y 3.0 ml de plasma citratado de conejo, de cerdo o de humano (este plasma previamente se diluirá en solución salina fisiológica 1:5). Además se deben tener dos controles, uno positivo y otro negativo. La incubación se hace en baño Maria a 37° C. La coagulación del plasma se observa a las 3 y 24 horas de incubación.

### **Pruebas Comerciales.**

Existen algunas pruebas comerciales para aglutinación y hemoaglutinación en el mercado, los cuales posibilitan la diferenciación de *Staphylococcus aureus* de los estafilococos coagulasa negativos. La mayoría de estas pruebas enlazan el fibrinogeno y la proteína A-unida con inmunoglobulina G a partículas de látex con eritrocitos. Ejemplos de las pruebas para la aglutinación en látex son: Staph. aureux<sup>R</sup> Bacto Staph. Latex<sup>R</sup>, Staphylasa<sup>R</sup>, Staphylex<sup>R</sup> y Pastorex Staph. plus<sup>R</sup>.

### **La prueba de la penicilinas.**

La capacidad de los estafilococos para producir penicilinas ( $\beta$ -lactamasa) es una propiedad que tiene gran importancia terapéuticamente. Entonces, cuando de muestras de leche se aísla *S. aureus* o alguna otra cepa de estafilococos, para realizar un proceso terapéutico es necesario determinar para cada cepa, si esta es penicilinas positiva o negativa .

Procedimiento: En una caja de petri con agar-almidon, se colocan las colonias de estafilococos con una asa, de tal forma que se pueda formar una gran colonia (Macrocolonia) . Hasta 21 cepas de estafilococos se pueden probar de esta forma en cada caja de petri. Después de la incubación (mínimo 7 horas a 37° C) se agregan 2 ml de una solución de penicilina G potasica con yodo e hidróxido de yodo, en la caja con agar y con una agitación suave se reparte en toda la superficie, el medio de cultivo se colorea de rojo oscuro. Después de 15-30 minutos en las colonias productoras de penicilinas se forma esa área de decoloración y alrededor de la macrocolonia se observa claramente este fenómeno. En las colonias negativas a penicilinas no se forma esa área de decoloración. En las cepas que producen la penicilinas, se difunde la enzima en los alrededores de la colonia. Cuando entonces a ese medio se le agrega una solución de yodo-hidróxido de yodo y penicilina G, entonces se forma en esa área por efecto de la penicilinas en la penicilina G, el ácido penicilínico. Entonces debido al ácido formado aparece una decoloración del complejo yodo-almidón alrededor de la zona de la macrocolonia.

### Los estreptococos.

En el agar sangre los estreptococos forman colonias pequeñas, brillantes, suaves, catalasa negativas y que están rodeadas de forma diferenciada por zonas de hemólisis ( $\alpha$ -hemólisis,  $\beta$ -hemólisis). Existen colonias similares que no pertenecen a los estreptococos. Por ello la identificación de las colonias de estreptococos, se realiza regularmente mediante subcultivo en un medio líquido y observando las bacterias al microscopio.

**Tabla 19. Diferenciación de los tres clásicos causantes de Mastitis, dentro del genero *Streptococcus* (*S. agalactiae*, *S. uberis*, *S. dysgalactiae*).**

	Grupo serologico	Prueba CAMP	Esculina	Hipurato Na	PYRasa	45°C
<i>Sc. agalactiae</i>	B	+	-	+	-	-
<i>Sc. uberis</i>	(E)	(-)	+	+	-	-
<i>Sc. dysgalactiae</i>	C	-	+	-	-	-
Enterococos	(D)	-	+	(+)	+	+

Los agentes causales de mastitis enzoótica son los *Streptococcus spp.* y los *Sc.* de los grupos G y L, los cuales se caracterizan mediante una clara  $\beta$ -hemólisis, pero deben ser identificados adicionalmente mediante pruebas serológicas.

El grupo de los enterococos los cuales ocasionalmente se presentan como agentes causantes de mastitis, y que también debe de hacerse un diagnóstico diferencial para poder descartarlos como contaminantes durante la toma de

muestras, pueden ser separados mediante la característica común, de su crecimiento a 45 ° C y la hidrólisis de la PYResculina.

### **La prueba de CAMP.**

Para la identificación de *Sc. agalactiae* de otros estreptococos esculina negativos, se realiza la prueba de CAMP. Para esto se utiliza una cepa de *S. aureus*, que se siembra sobre el medio de cultivo de agar sangre. Las colonias sospechosas se inoculan horizontalmente a la cepa de *S. aureus*, se debe dejar una distancia de 2 a 3 mm del estafilococo. En una caja de Petri pueden probarse hasta unos 10 cultivos de estreptococos sospechosos, como control positivo deberá de utilizarse una cepa conocida de *Sc. agalactiae*, la inoculación del medio es seguida por una incubación de 37° C por 18 a 24 horas. Enseguida se leen los cultivos. Un resultado positivo se reconoce cuando existe una zona en forma de media luna o en forma de abanico con una hemólisis completa en el área donde se encuentran el estreptococo con el estafilococo. No se debe de observar un oscurecimiento del medio. De 1 a 3 % de las cepas de *Sc. agalactiae* pueden ser CAMP negativos.

### **La diferenciación bioquímica y serologica de los estreptococos.**

La identificación exacta de los estreptococos se puede realizar mediante pruebas bioquímicas o con metodos de tipificación serologica. Una diferenciación fácil del *Sc. uberis* de otros estreptococos que degradan la esculina , se puede lograr mediante la prueba de tolerancia a la penicilina.

Mas del 90% de los aislamientos, los cuales crecen en presencia de concentraciones hasta de 0.01 UI de Penicilina G, son denominados *Sc. uberis*, 88% de los aislamientos, los cuales crecen en un campo de concentración de 0.1 hasta 0.5 UI de Penicilina G son *Streptococcus lactis* y el 91 % de los aislamientos que crecen en concentraciones de 1.0 UI son identificados como *Enterococcus*.

### **Determinación de los grupos de Lancefield mediante los sistemas comerciales de aglutinación.**

Los sistemas comerciales de aglutinación posibilitan un método fácil para una determinación rápida de los grupos de Lancefield (B, C y D). Para los aislamientos de Mastitis se recomienda usar: Streptex o el Phadebact.

## **9. Estrategia de Saneamiento de hatos lecheros infectados con *Sc. agalactiae*. (Wolter 1997).**

*Sc. agalactiae* es el agente causal más conocido de la mastitis desde hace mucho tiempo. Las medidas preventivas y de control han ocasionado un claro retroceso de las infecciones de mastitis asociadas con este agente patógeno. Si bien nunca ha podido ser eliminado por completo y continua habiendo una estrecha relación en las poblaciones bovinas.

*Sterptococcus agalactiae* es el único, agente patógeno hasta ahora conocido como representante del grupo B de Lancefield, este agente causa además severas septicemias y meningitis en neonatos. Los reservorios principales de los *B-Scc.*, son la glándula mamaria bovina y el hombre, en este especialmente en el tracto intestinal, la vagina, la uretra y raramente en el tracto respiratorio superior.

### **Concepto de saneamiento.**

Una eliminación completa del *S. agalactiae*, no representa en un hato infectado ningún problema:

El reservorio del agente causal en un hato lechero es la glándula mamaria.

- *S. agalactiae* es completamente sensible a la penicilina.  
B-estreptococos en el humano y el bovino son, a pesar de que este antibiótico ha sido usado por décadas para el tratamiento de esos microorganismos, muy sensibles a la penicilina. En un experimento para determinar la sensibilidad de 96 cultivos de *S. agalactiae*, aislados en vacas lecheras de Hesse, Zschöck (1996), encontró que todos los aislamientos de la bacteria fueron “in vitro” sensibles a la Penicilina G. Mediante la aplicación vía intra mamaria de Penicilina G se pudieron sanar un 100 % de las vacas.
- El aislamiento e identificación de *S. agalactiae* en muestras de leche es muy seguro. Una investigación sencilla de la leche de un cuarto ordeñado al principio de la ordeña, mediante inoculación directa de 0.01 ml de leche es suficiente para el aislamiento de *S. agalactiae* con una sensibilidad de 98.8% y una especificidad de 100%.
- Mediante sencillas medidas higiénicas, durante el ordeño, se pueden evitar nuevas infecciones. Para evitar la transmisión de la bacteria es muy importante en el ordeño usar toallas desechables para limpiar la ubre, una desinfección de la maquina de ordeño después de terminar y desinfectar las tetas de las vacas al terminar cada ordeña
- Un saneamiento del hato lechero es muy redituable. Se puede hacer un consecuente saneamiento mediante una terapia “relámpago”, ya sea total o parcial del hato, esto es un tratamiento repentino y al mismo tiempo a todas las vacas, ya sean sanas o infectadas, a pesar de los



costos por tratamiento y la cantidad de leche por eliminar con residuos de antibióticos, el saneamiento es económico.

### **Diagnostico y saneamiento del hato.**

De todas las vacas en lactación deberán tomarse, de la manera más aséptica, antes de iniciar el ordeño automático y en el tiempo normal de ordeño, muestras de leche de cada cuarto. Después de la toma aséptica de muestras, seguirá una exploración clínica de la ubre, también se pueden observar errores en la rutina de ordeño así como problemas de higiene.

La determinación del numero de células somáticas de cada cuarto antes de iniciar el ordeño se realizara con el método de fluorescencia óptica, calentando las muestras a 16-18 ° C y agitando cuidadosamente. Mediante una varita de vidrio se realizara un inóculo de 0.01 ml directamente en una cuarta parte de un medio de agar sangre de borrego con 0.1% de esculina. Los medios serán incubados a 35-37° C y la lectura se hará a las 24 y 48 horas. La división del *S. agalactiae* de otros estreptococos puede hacerse mediante, la prueba de la esculina negativa, la prueba positiva de CAMP, con una β-hemólisis y cuando se realiza la prueba de aglutinación son positivos al grupo B de Lancefield.

Una vez que se tienen los resultados bacteriológicos y de células somáticas son enviados inmediatamente al Ganadero y al Médico Veterinario que atiende ese hato. Al ganadero además de la asesoría verbal en el establo, se le debe recomendar por escrito que evite la transmisión de los agentes patógenos tomando las siguientes medidas: Al ordeño se usaran toallas desechables, se debe de vigilar que haya una desinfección de la ordeñadora entre cada ordeño con un desinfectante eficaz y el uso de un sellador eficaz para los pezones de las vacas. También se le recomendará que a todas sus vacas con infección por *S. agalactiae* y con cifras elevadas de células somáticas, se les dé un tratamiento inmediato y repentino, bajo la supervisión del médico veterinario. Este tratamiento se dará a todos los cuartos de las vacas bajo terapia. En caso de que haya un porcentaje mayor al 30% del total de los cuartos infectados de las vacas en el establo, se recomendará hacer un tratamiento a todos los animales. Se hará énfasis en realizar investigaciones posteriores, para poder definir como objetivo el saneamiento total y completo así como la eliminación prolongada de *S. agalactiae* en el hato lechero.

Al médico veterinario responsable se le proporcionará adicionalmente una recomendación adicional de tratamiento.

### **Tabla 20: Recomendación de Tratamiento para *S. agalactiae*.**

3 x 3 Millones U.I. de Penicilina G vía intramamaria con intervalo de 24
--

horas.

Eventualmente utilizar:

3 x Penicilina-procainica sodica vía intramuscular con intervalo de 24 horas (dosis 10 millo/5 millo. UI).

Se dará un tratamiento inmediato y repentino a todos los cuartos de las vacas infectadas y con conteos elevados de células somáticas.

Si hubiese mas del 30% de los cuartos infectados con *S. agalactiae* se realizara un tratamiento repentino a todas las vacas del hato.

### **Curso del saneamiento.**

Al inicio del saneamiento de 1006 vacas se tenían 289 infectadas con *S. agalactiae* (27.8%). La tasa media de infección en los cuartos fue de 13.9%. 17 de 24 hatos pudieron ser saneados completamente en un periodo de 196 días. Un hato puede considerarse saneado cuando en investigaciones posteriores del hato total no existe ningún cuarto infectado con *S. agalactie*.

### **Niveles de curación mediante la terapia con Penicilina .**

La terapia con tres antibióticos (penicilina G intramamaria penicilina-procainica vía im. y la combinación) fueron probados para comprobar su efecto sobre las células somáticas, debido a su eficacia en la eliminación de bacterias.

174 cuartos infectados fueron analizados. Una tasa de curación del 91% de *S. agalactie* pudo ser lograda.

Curación bacteriológica de *S. agalactiae*: En las muestras de leche tomadas al principio del ordeño, no pudo ser detectado *S. agalactiae*.

Curación bacteriológica de agentes de mastitis: En las muestras de leche de cuartos al principio del ordeño, después del tratamiento, no pudieron ser detectados estafilococos o estreptococos.

Curación prolongada: En las muestras de cuartos al principio del ordeño en investigaciones posteriores a la curación bacteriologica, no pudieron ser detectados ningún estreptococo o estafilococo infeccioso, y los conteos de células somáticas de los cuartos eran menores de 250,000 cel/ml .

**Tabla 21: Niveles de curación en la terapia contra *S. agalactiae*.**

	Numero de cuartos tratados.	Niveles de curación <i>S. agalactiae</i> .	Niveles de curación bacteriologicos. Agentes de Mastitis.	Niveles de curación prolongada
Penicilina G	88	93%	90%	76%
Penicilina procainica	51	82%	80%	75%
Combinación	35	97%	86%	74%
Valores medios	174	91%	85%	75%

**Tabla 22: Disminución de células somáticas debido a la terapia.**

	Numero de cuartos tratados	Células somáticas antes de la Terapia.	Células somáticas después de la Terapia.	Disminución de células somáticas x 1000
<b>Penicilina G</b>	88	470	61	-409
<b>Penicilina procainica</b>	51	389	92	- 298
<b>Combinacion</b>	35	291	56	-235
<b>Valores medios</b>	174	403	67	- 336

Mediante la terapia de *S. agalactie* con penicilina sucede una disminución muy fuerte altamente significativa ( $p < 0.0001$ ) de células somáticas. El valor medio de las 174 muestras de leche tomadas antes del inicio del ordeño fue de 403,000 cel/ml, después de la terapia el numero disminuyo a 67,00 cel/ml. Una erradicación completa y duradera del *S. agalactiae* de un hato infectado con este microorganismo es posible en un periodo de 90 días. La terapia de lactación juega un papel sumamente importante en el saneamiento de los hatos. La tasa de infecciones en los cuartos puede ser disminuida a cero, con un tratamiento en forma de terapia “relámpago” total o parcial en una sola ocasión. En caso de que permanezcan mas del 2% de los cuartos infectados con estreptococos debido a una terapia equivocada en el hato, no es posible evitar la diseminación de *S. agalactiae* mediante una buena higiene en el ordeño. Por ello es necesario realizar correctamente y de forma cuidadosa la fase del saneamiento ya que sino hay un buen manejo del establo, la higiene del ordeño no disminuye estas infecciones. Un hato lechero puede ser

declarado con seguridad como libre de *S. agalactiae* cuando en los últimos muestreos se observa que en ninguna de las muestras de leche del inicio del ordeño de los cuartos, existe la presencia de *S. agalactiae*.

## **10.- *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) Procesos de saneamiento y epidemiología.**

### **Proceso de saneamiento.**

El *S. aureus* es un agente contagioso de la mastitis. Principalmente es transmitido por la mano del ordeñador durante el ordeño, por la toalla de aseo de la ubre y por la maquina de ordeño durante su funcionamiento. La transmisión puede facilitarse mediante un ordeño defectuoso ( fallas en la compresión de la ordeñadora, interrupción de la succión al momento de colocar las pezoneras , ordeño ciego). La bacteria penetra por el canal lácteo al tejido glandular muy profundamente y frecuentemente se encapsula para formar nódulos en la ubre los cuales se pueden palpar. El *S. aureus* es una bacteria que difícilmente o en muy pocas ocasiones se puede eliminar mediante una terapia medicamentosa. Los niveles de curación son también respectivamente malos, especialmente en animales con mastitis crónica. Para evitar la transmisión del agente patógeno dentro del hato son irremplazables las medidas higiénicas durante el ordeño (preordeño, uso de toallas desechables, una secuencia correcta de ordeño, desinfección de los pezones después del ordeño y sellado).

El saneamiento exitoso de un hato con problemas de infección por *S. aureus* esta basado en la combinación de diferentes medidas:

1.- Evitar nuevas infecciones y con esto disminuir el numero de los cuartos infectados.

La tasa de nuevas infecciones puede ser disminuida mediante:

- el fortalecimiento del sistema inmune de la vaca (manejo y alimentación).
- el bloqueo de la transmisión del agente patógeno durante el ordeño (¡Higiene en el ordeño!).

2.- Una consecuente eliminación de todas las vacas con enfermedad crónica y resistentes a la terapia.

Una experiencia de muchos años en el saneamiento de hatos lecheros ha demostrado que es muy importante, la eliminación de todos los animales infectados incurables.

Las vacas resistentes a la terapia son una fuente continua de infección para los demás animales y con ello un peligro permanente de infección. La inmediata

eliminación de todos los animales infectados incurables es por razones económicas una medida lógica.

Las vacas que deben ser eliminadas son aquellas que:

- durante la lactación anterior siempre daban un número elevado de células somáticas a pesar de la aplicación de medicamentos al secado y que en la presente lactación nuevamente presentan números elevados de células somáticas.
- en la palpación se observan grandes nódulos, así como cambios en la glándula mamaria con uno o varios nódulos en un cuarto.
- cuando después de una herida el canal lácteo está muy lesionado con estenosis o un cierre incompleto.
- cuando después de dos tratamientos sin éxito alguno, las vacas se han catalogado como resistentes a la terapia. Además no se deben intentar nuevos tratamientos.
- han enfermado varias veces de mastitis aguda.

#### **Tratamiento de las vacas infectadas con *S. aureus*.**

Las tasa de curación medicamentosa con éxito contra el *S. aureus* son de un 50%.

Tratamiento durante la lactación:

Un tratamiento de la vaca infectada es únicamente importante cuando se realiza poco tiempo después de que ha sido infectado el animal al inicio de la lactación.

Tratamiento en la lactación de vacas infectadas con *S.aureus* sensible a Penicilina.

3 veces en periodos de 24 horas con 3 mill. de UI de penicilina G vía intramamaria (tratamiento del / los cuartos infectados) y

3 veces en periodos de 24 horas penicilina procainica (10 mill/5mill UI vía intramuscular).

Tratamiento en la lactación de *S. aureus* positivo a penicilinas.

3 veces en periodos de 24 horas cuando menos 500 mg de Oxacilina o cloxacilina vía intramamaria (tratamiento del /los cuartos infectados) y

Además vía parenteral mínimo 2 veces en periodos de 24 horas: macrolidos (espiramicina, eritromicina, tilosina base) de 3-5 g por vaca.

#### **Terapia para el secado de las vacas (profilaxis).**

A todos los animales del establo se les debe aplicar un adecuado medicamento de largo efecto para el secado, se deberá utilizar un mínimo de 500 mg de oxacilina o cloxacilina y se refuerza con la adición un de

mínimo 500 mg de neomicina o 100 mg de framicitina (formula de efecto prolongado).

### **Epidemiología (Annem Mueller 1999).**

Es posible definir la epidemiología de *S. aureus* mediante una feno – genotipificación de esta bacteria.

La prevalencia del *S. aureus* permanece muy alta a pesar de la implementación de procesos de saneamiento. Observaciones clínicas en hatos lecheros infectados con el estafilococo, nos hacen suponer que; posiblemente existen diferentes cepas de *S. aureus* con diferentes factores de virulencia. Los métodos de subtipificación feno-genotípica son una herramienta muy importante para poder aclarar las preguntas epidemiológicas de este tipo de mastitis.

- tipificación por antibiograma.
- crecimiento en agar cristal-violeta (C-V).
- formación de la  $\alpha$ -hemólisis.
- coagulación del plasma bovino.
- tipificación por fagos.

Los métodos genotípicos para tipificación de *S. aureus* son:

- determinación del polimorfismo de la región X del gen *spa* mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).
- determinación del polimorfismo del gen *coa* mediante PCR.
- macrorestricción del ADN cromosomal y separación con uso de electroforesis de campos pulsátiles.

Los métodos antes mencionados con excepción de la tipificación con antibiogramas son muy buenos para los aislamientos de *S. aureus* de bovino. La discriminación mas alta, se puede lograr mediante la combinación de todos los métodos. La forma más común de la Mastitis contagiosa por *S. aureus* que se ha observado en hatos lecheros de Hesse, la cual tiene niveles elevados de infección de los cuartos, es causada preponderantemente por cepas sencillas de *S. aureus*. Los aislamientos de *S. aureus* tienen una alta tendencia de estar muy diseminados y poseen características idénticas, los cuales eventualmente tienen factores de virulencia muy importantes para desencadenar la Mastitis de los bovinos.

## **11.- Medidas para mejorar el estado de salud de las vacas y para mejorar la condición de salud de las ubres.**

Para poder lograr y asegurar una salud estable de las glándulas mamarias del hato, deben ser optimizados en general muchos factores al mismo tiempo. Una importancia principal la tiene el proceso de ordeño y todo lo que esta relacionado con este. Pero también las mejoras sencillas en la técnica de ordeño, en el proceso de ordeño y la higiene, no serán efectivas cuando la alimentación, el manejo del hato y las instalaciones no se mejoren al mismo tiempo.

### **Ordeño.**

El propósito del ordeño es una extracción completa, cuidadosa y rápida de la leche. Al mismo tiempo durante el ordeño debe evitarse una transmisión de los agentes patógenos. Una parte importante en el ordeño es el manejo de las vacas antes, durante y después del ordeño. Las vacas deben ser conducidas tranquilamente hacia la sala de ordeño. El lugar de espera debe tener un espacio suficientemente grande. No debe haber obstáculos que dificulten la salida de las vacas y de acuerdo con el tamaño del animal deben salir hacia los corrales. En la sala de ordeño deben evitarse cualquier tipo de situaciones estresantes ( vacunaciones, inyecciones, tratamientos, toma de sangre etc.).

### **La técnica del ordeño.**

Para el ordeño rápido y cuidadoso es requisito que se tenga una técnica de ordeño funcional. En el ordeño la leche es succionada con ayuda de la presión. La presión atmosférica es el peso en una columna de aire la cual actúa sobre una superficie determinada.

A nivel mundial existen diferentes Unidades para medir esa presión.

Sistema métrico: la unidad es Pascal (Pa) o kilopascal (Kpa).

Milímetros en la columna de mercurio: unidad mm Hg.

Sistema de USA: libras por pulgada al cuadrado (psi).

1 atmósfera (atm) ? 1 bar ? 750 mm Hg ? 30 pulgadas Hg ? 15 psi.

El vacío es la presión de aire menor que la atmósfera. El vacío en la mayoría de los aparatos de ordeño corresponde aproximadamente a la presión negativa de media atmósfera.

### **El plástico de las pezoneras.**

Las pezoneras son el elemento mas importante de una unidad de ordeño, ya que necesariamente actúan sobre los pezones. El movimiento de la pared de la vaina de las pezoneras depende de la diferencia entre la duración de presión

entre el pulso y el espacio interior de la pezónera. La relación entre el diámetro de la tensión de la pared y la dureza del plástico de la pezónera, determina la diferencia de presión, la cual ejerce la fuerza de apertura y de cerrado sobre los pezones. El principal fin de la pulsación (abrir y cerrar la pezónera), es el de minimizar los problemas circulatorios (Congestión, edema) durante el ordeño. Entonces de esa forma colabora la pulsación a conservar un nivel correcto de extracción de la leche y a evitar ciertos problemas, los cuales pueden afectar los mecanismos de defensa de los tejidos para evitar nuevas infecciones. Además la pulsación ayuda en la eyección de la leche y la estimula. Cuando la copa de la pezónera es colocada al inicio del ordeño, entra rápidamente el pezón en el plástico de la pezónera. Durante los primeros treinta segundos del ordeño se mueve el pezón en comparación con su posición inicial mas profundamente y se dilata en un 30-50% en dirección longitudinal.

En esa fase, el mango (vaina) de la pezónera debe ser aproximadamente 25 mm mas largo que el pezón, para poder abrirse completamente. Para que la pulsación sea muy efectiva, la pezónera deberá poder abrirse completamente hacia abajo alrededor de el pezón, la punta de este deberá poder moverse libremente. A través de lo antes mencionado, se ejerce sobre el tejido del pezón una presión, la cual es mas fuerte que la presión atmosférica ( Presión de pinza).

### **Nivel de vacío.**

Debido a los diferentes criterio de rendimiento que se aplican (p. ej. Rendimiento al ordeño, economía, aplicación), los cuales son utilizados para juzgar los niveles de vacío mas adecuados, existe una gran variación en las recomendaciones para un nivel adecuado de vacío.

Los equipos de vacío mayores de 50 kPa son dañinos para los pezones, ya que aumentan el riesgo de nuevas infecciones. Un nivel de vacío entre 34 y 42 kPa es suficiente a nivel de la ubre, mientras que un nivel mayor de 41 kPa en la punta del pezón puede ser dañino para los pezones, especialmente si se relaciona con una pulsación muy amplia. La mastitis puede aumentar en las instalaciones, que funcionan con un vacío mayor de 50 kPa o con menos de 33 kPa. Si bien tanto un vacío muy bajo (el cual causara interrupciones de la ordeñadora y la caída de las pezóneras), como un vacío demasiado alto ( mediante una carga mecánica muy fuerte al pezón dañara los tejidos de este) son factores de riesgo de la mastitis.

El nivel de vacío y las variaciones de vacío en el hule de la pezónera a nivel de la punta del pezón son decisivos para la extracción de la leche y para regular la presión sobre el tejido apical del pezón. Esto se realiza con un aparato de vacío que podría ser programado en forma equivocada.



Por ello debe ser tomado en cuenta el vacío a nivel de la punta del pezón, cuando se quiere juzgar mejor el nivel de vacío y su efecto en el estado de los pezones y con ello su relación con la presencia de mastitis. El nivel de vacío que es regulado a través de la válvula no es decisivo. Más importantes son las fuerzas que se ejercen en el tejido de los pezones. Muy decisivo es en este caso evitar un alto vacío ya que la diferencia de presión bajo la punta del pezón (periodo de pulso: Vacío bajo el final del pezón durante la fase de presión), conduce a alcanzar la presión de pinza mediante la apertura del plástico del pezón y al mismo tiempo una opresión y estancamiento de los líquidos tisulares (sangre y linfa).

Si bien las recomendaciones de los fabricantes norteamericanos y escandinavos están de acuerdo en que el vacío promedio en la punta del pezón, durante la fase principal de flujo de la leche debe de situarse entre 36 y 40 pKa.

**Tabla 23: Aparatos recomendados para el vacío de maquinas de ordeño, bajo condiciones fijas (diámetro interno del tubo largo de la leche 14 mm).**

Tipo de instalación	Largo del tubo lechero (m)	Altura (m)	Vacío del aparato (kPa)
Aparato elevado.	2.4	1.9	46-48
Aparato bajo el piso	2.0	-0.1	42-44
Aparato fijo, bajo el piso	1.4	-0.1	41-43
Aparato fijo elevado	2.4	1.1	44-46
Aparato de ordeña con recipiente móvil.	0.8	0.5	40-42

### **Pulsación, numero de pulsos y proporción de pulsos.**

Como pulsación se conoce la apertura y cerrado cíclico de la pezonera .

Se pueden distinguir dos tipos de pulsación:

1.- Pulsación de tiempo alternativo.

Las pulsaciones funcionan alternadamente, cada vez en la mitad de las pezoneras de la maquina de ordeño.

2.- Pulsación de tiempo similar.

La pulsación se realiza al mismo tiempo en todas las pezoneras de la ordeñadora.

### **Ciclo de pulsación:**

El abrir y cerrar de las pezoneras puede ser dividido en cuatro fases diferentes:  
a + b = fase de succión.

a = fase de evacuación: se elimina el aire de la funda, la pezonera se abre.

b = fase del vacío. La pezónera esta abierta, la leche se succiona del pezón.

c + d = fase de descarga.

c = fase de aireación: el pulso es ventilado con aire atmosférico, la pezónera se cierra debido a las diferencias de presión entre las partes externa e interna, el flujo de leche cesa.

d = fase de presión: la pezónera esta completamente cerrada, una presión de pinza se ejerce sobre el tejido de la punta del pezón.

Proporción de pulsos: con este termino se nombra al cociente de la fase de succión y la fase de descarga. Una proporción normal de pulsos es de 50/50, 60/40 y 70/30.

El numero de pulsos nos da la cantidad de ciclos de pulso por minuto.

**Tabla 24: Resultados de la prueba de un pulsador: Numero de pulsos 60 ciclos/min. Pulsación de tiempo alternativo.**

Fase	Duración en milisegundos	Numero en %
<b>a: fase de evacuación</b>	<b>150</b>	<b>15</b>
<b>b: fase de succión</b>	<b>450</b>	<b>45</b>
<b>c: fase de ventilación</b>	<b>120</b>	<b>12</b>
<b>d: fase de presión</b>	<b>280</b>	<b>28</b>

La fase de succión (a+b) alcanza en este ejemplo 600 ms o el 60%, de forma que la proporción de pulsos alcanza el 60/40.

**Tabla 25: Recomendaciones de las características de Pulsación.**

Parámetro	Estándar	Nivel optimo
<b>Numero de pulsos</b>	<b>60 ciclos/seg.</b>	<b>45-60</b>
<b>Proporción de pulsos</b>	<b>60/40</b>	<b>50/50 hasta 65/35</b>
<b>Fase a</b>		<b>100-220 ms</b>
<b>Fase b</b>	<b>&gt;300 ms o 30%</b>	<b>400-600 ms</b>
<b>Fase c</b>		<b>100-150 ms</b>
<b>Fase d</b>	<b>&gt;150 ms o 15%</b>	<b>200-300 ms</b>

### **Proceso de Ordeño.**

Las mejores condiciones son; tranquilidad, regularidad y una rutina adecuada.

Para la mejora y conservación de la salud de las vacas lecheras en un hato es de importancia decisiva el trabajo del ordeñador . Este tiene a todas las vacas 2 o tres veces al día en la sala de ordeño y con esto la posibilidad de observar su estado de salud.

Una vaca con alta producción lechera quiere ser ordeñada, ya que para ella la lactación es como un desahogo. La vaca reacciona a los sonidos de la maquina ordeñadora (bomba de vacío, los motores, las válvulas etc.) con una distensión del sistema nervioso vegetativo en todo el organismo. Esta distensión y una

preparación positiva ocasiona que los haces musculares espirales del canal lácteo de los pezones y el esfínter del pezón se relajen. El cierre del canal lácteo se afloja y empieza un goteo de leche. Esta distensión y relajamiento del tejido se observa por que se ocasiona un acortamiento–alargamiento periódico del canal lácteo. Este relajamiento no tiene nada que ver con la preparación autentica, pero es un requisito para la liberación de la hormona oxitocina.

Todas las manipulaciones de la ubre deben causar un efecto de preparación; esto es, se debe dar un masaje en los pezones cuidadosamente (30 segundos mínimo) hasta que aparezcan los primeros chorros de leche. Entonces la preparación tiene un tiempo limitado. Para poder lograr un flujo optimo de la leche y un ordeño efectivo con la maquina, se debe de colocar el aparato de ordeño después de 60 segundos de iniciada la manipulación. Pero no debe de pasar de 90 segundos la colocación de las pezoneras en la ubre de la vaca. Una preparación adecuada de la ubre puede disminuir el tiempo de ordeño de la vaca y disminuir el manejo posterior.

Las deficiencias en la preparación se observan cuando el flujo de leche asciende muy lentamente y ese ascenso es frecuentemente interrumpido (bimodalidad). Cuando hay un ordeño malo aumenta mucho el periodo de ordeño. El flujo máximo de leche se retrasa y es mucho menor que cuando hay un estímulo adecuado. Entonces hay trastornos por que el tiempo total de ordeño se retrasa. El rendimiento de la vaca disminuye debido al mal ordeño, con lo cual el potencial lácteo del hato lechero se reduce.

Si el aparato de ordeño es colocado en una vaca no preparada, él vacío succiona el pezón profundamente al vaso de la pezonera. Esto conduce a un cierre temprano de las cisternas del pezón y de la glándula. Entonces desde un principio se impide el ordeño y causa un retraso en el tiempo de ordeño.

Al final del proceso de ordeño, el ordeñador debe de comprobar, si aun fluye la leche. En este caso, se ocasiona una presión negativa en la cisterna del pezón, por lo que este, con el movimiento del plástico de la pezonera, aumenta su volumen, sin que pueda fluir leche de la cisterna de la glándula para llenar el espacio. Este vacío residual provocado ocasiona que penetren los agentes causales de mastitis, sin que estos puedan ser evacuados en la leche ya que no fluye más.

Los siguientes puntos deben ser observados durante el ordeño ya que influyen en la salud de la ubre:

- 1.- El tiempo de ordeño debe ser uniforme.

Cada mañana y tarde debe empezar consecuentemente a la misma hora, en el manejo del establo deben de observarse los tiempos similares para el ordeño

de cada vaca ya que los retrasos son una negligencia y causan pérdidas. Los tiempos entre ordeño de 14 horas o más no deben de suceder.

2.- Cuando la vaca no entra voluntariamente en la sala de ordeño.

Posibles causas: un manejo doloroso en la sala de ordeño para el animal, una experiencia dolorosa en un ordeño anterior, unos ordeñadores nerviosos, excitados o un continuo cambio de ordeñadores, o toque eléctricos a las vacas por falta de tierra en la sala de ordeño.

3.- Evitar el estrés.

Se debe evitar el estrés antes y durante el ordeño, ya que las hormonas del estrés impiden la liberación completa de la leche y evitan el vaciamiento de la ubre. Las señales de estrés son una defecación continua, el pisoteo continuo y aplastamiento de las pezoneras. La vaca debe de estar completamente tranquila al ordeño. Si las vacas están muy inquietas y contrariadas en la sala, puede ser que el aparato de ordeño les dé toques eléctricos.

4.- Interrupción del proceso de ordeño.

Cuando se seca una vaca o se ordeña un solo cuarto, se ordeña con cubeta y esto causa trastornos en la rutina de trabajo. Además de que causan continuas interrupciones de la presión en las mangueras de aire de la pezonera.

5.- Retrasos en la colocación de las pezoneras.

Después de haber iniciado con la preparación de la ubre como máximo pueden pasar de 1 a 1.5 minutos para la colocación de las pezoneras.

6.- Interrupciones en la presión del aire al colocar las pezoneras. Cuando hay una interrupción del aire por una mala adhesión al aparato de ordeño, debidas a desechos en el vaso de las pezoneras o por fallas al retirar estas, puede ocasionar que las bacterias adheridas a las partículas de leche pasen a la punta de los pezones y al canal lácteo. Estas gotas contaminan el canal y bajo condiciones desfavorables pueden pasar como pequeñas gotitas de leche a la glándula y causar mastitis.

7.- Puede enredarse el aparato de ordeño.

Debido al peso de las copas de las pezoneras o por unas mangueras muy cortas, puede enredarse un aparato de ordeño. Por ello puede haber cuartos que se ordeñan muy irregularmente o que no se ordeñen, lo cual va a lastimar innecesariamente a los pezones y con ello facilita la penetración de bacterias patógenas. Muy frecuentemente existe en las pezoneras delanteras una mayor presión y en las traseras una menor presión, por lo que los cuartos delanteros son rápida e intensivamente ordeñados y los cuartos traseros muchas veces no son ordeñados completamente. Para un ordeño bueno, el aparato de ordeño debe colgar brevemente bajo la vaca y pulsar rítmicamente.

8.- La vaca debe ser ordeñada adecuadamente.

El grado de ordeño de una vaca se debe controlar periódicamente. Esto se debe hacer inmediatamente después de retirar las pezoneras y con un mínimo de 10 vacas del hato. Estas son ordeñadas manualmente y la cantidad de leche ordeñada no debe pasar de 400 g/vaca. En general no debe haber mas de 200 g/vaca.

### **Prueba de la técnica de ordeño y de la rutina mediante curvas de flujo de la leche.**

Una posibilidad de detectar errores durante el ordeño, es la creación de curvas de flujo de la leche y su valoración por sus características principales. El llamado aparato Lacto Corder, mide la corriente del transflujo masivo de la leche.

El aparato estará conectado en la manguera larga de la leche, es decir, entre el aparato de ordeño y la tubería que conduce la leche hacia el tanque. Teniendo la curva de flujo de leche podemos juzgar la rutina de ordeño y la técnica de ordeño, así como el comportamiento de producción de leche.

Las curvas de flujo de la leche se pueden dividir en tres fases:

- 1.- La fase de preparación, en la cual la vaca es colocada para ser ordeñada.
- 2.- La fase principal, que esta dividida en; la fase de aumento, la de meseta y la fase de descenso. En esta fase es cuando puede ser obtenida la mayor cantidad de leche.
- 3.- La fase del postordeño, en la cual se debe de obtener la leche sin haber un ordeño ciego o al vacío.

**Tabla 26: Parámetros de medida del LactoCorder.**

Abreviación	
MMG	Ordeño total (del inicio al final de la medición)
HMF	El flujo mas elevado.
TS500	Duración del comienzo de la medición, hasta 0.50 kg/min.
BIMO	Transcurso en dos picos del aumento del flujo de la leche ( sí o no).
tMHG	Duración de la fase principal de ordeño.
tPL	Duración de la fase de meseta.
tAB	Duración de la fase de descenso.
tMBG	Duración de la fase de ordeño ciego o vacío.
tMNG	Duración de la fase de postordeño.
MNG	Postordeño
DMHG	Cantidad de leche obtenida por minuto en promedio.

La cantidad de leche obtenida por minuto en promedio es en el caso de una técnica de ordeño funcional y una buena rutina de ordeño  $> 2\text{kg/min.}$ , lo que significa que una vaca con un rendimiento diario de 20 Kg de leche, necesita dos ordeños diarios con un tiempo de ordeño de 5 minutos por ordeño. El flujo mas elevado de leche en vacas Holstein-Friesan como media es de 3.2 kg/min.

### **Higiene del ordeño.**

Una higiene del ordeño optima evita infecciones nuevas en los animales con una ubre sana.

Mediante una optima higiene en el ordeño se evita la diseminación y el aumento de agentes patógenos de la mastitis en el hato y claramente se pueden disminuir. Se pueden tomar medidas higiénicas a nivel del pezón y la base de este. Las medidas higiénicas deben ser tomadas de acuerdo con; la situación actual del estado general de salud de la ubre de las vacas, con el numero de infecciones que se presenten y con las necesidades que tenga el hato en ese momento. Enseguida se hace una reseña de las medidas practicas de higiene.

#### **1.- Seguir un orden en el ordeño.**

En un establo fijo: para evitar la diseminación de los agentes patógenos de la mastitis, las vacas deben seguir un orden fijo de ordeño, este debe ser determinado por la salud de la ubre. Las vacas sanas se ordeñan invariablemente al inicio, después las vacas sospechosas de enfermedad, enseguida las vacas con problemas de mastitis. Las vacas sospechosas son aquellas que poseen un numero muy elevado de células somáticas, las vacas infectadas son aquellas a las cuales se les ha diagnosticado como positivas en el laboratorio microbiológico. Obviamente los animales en tratamiento serán ordeñados al final.

Formación de grupos en un establo libre; aquí debe haber la posibilidad de separar, las vacas sanas es decir no sospechosas, de aquellas que estén contagiadas con agentes patógenos que causan la inflamación de la glándula mamaria y de las vacas sospechosas de estar infectadas. El primer grupo en ser ordeñado en el establo es el de las vacas sanas, no sospechosas, enseguida las vacas sospechosas y después las vacas infectadas.

#### **2.-Desinfección entre vacas / lavado del aparato de ordeño entre vacas.**

La transmisión de agentes patógenos de mastitis de una vaca a otra en el ordeño mediante el aparato de ordeño puede ser evitada efectivamente mediante una desinfección del aparato entre ordeños.

La desinfección del aparato de ordeño puede realizarse con el método de las tres cubetas. Para ello primero el aparato de ordeño se introduce en un balde con agua limpia, después en una cubeta con solución desinfectante y por ultimo en otro balde con agua limpia. Se debe observar que todas las pezoneras queden muy bien desinfectados. También hay que observar que

antes de colocar en las ubres nuevamente el aparato de ordeño este haya escurrido bien, para evitar que el agua se mezcle con la leche. La solución desinfectante y el agua deben ser cambiadas cada 15 o 20 vacas.

Los desinfectantes recomendados para la desinfección entre vacas son: la Cl-Desinficina ( solución al 0.5%) y el ácido peracético (solución al 0.2%), este ácido tiene la ventaja de que tiene un periodo de acción corto y un buen efecto desinfectante.

### **3.- Preordeño y vaso de preordeño.**

Se debe hacerse un preordeño con un vaso especial, el cual debe tener cubierta negra u oscura, o una coladera oscura dentro del vaso. Un buen preordeño en el vaso oscuro nos ayudara a evitar la diseminación de leche con agentes patógenos. Además en la Unión Europea existe una ley, que ordena el comprobar el estado de la leche antes del ordeño. Una leche visiblemente alterada no debe ser puesta a la venta o al consumo (Anexo 3 del decreto de la leche del 24 de Abril de 1995, Nueva Constitución del 20 de Julio de 2000).

### **4.- Limpieza de la ubre / desinfección de los pezones antes del ordeño.**

En la limpieza de la ubre se deben observar dos principios:

-Para cada vaca se utilizara una toalla de papel limpia .

Cuando se coloca el aparato de ordeño, los pezones deben estar secos y limpios. Las puntas de los pezones deben de ser lavados cuidadosamente. Frecuentemente pareciera a primera vista que los pezones están limpios. Pero a la observación cuidadosa se nota que hay acumulación de suciedad en las puntas de los pezones con heces fecales secas. Esto ocasiona en el ordeño mecánico un aerosol que puede penetrar en la ubre, entonces los pezones que no han sido correctamente lavados aumentan drásticamente el riesgo de una mastitis.

El método de lavado de la ubre debe de hacerse de acuerdo con el grado de suciedad de la ubre.

En las ubres con muy poca suciedad es suficiente la limpieza con una toalla seca de papel desechable. También es posible el uso de toallas lavables de textiles como de algodón. Tras cada uso deben ser nuevamente lavadas ( agua hirviendo) .

En caso de la ubre muy sucia, se ha generalizado el uso de toallas húmedas (reutilizables, toallas lavables, que pueden ser utilizadas húmedas). Idealmente pueden ser lavadas (en agua hirviendo) antes del ordeño y utilizadas húmedas. Si esto no fuera posible, las toallas no deben ser guardadas si están húmedas, ya que de un ordeño a otro puede haber crecimiento en un medio húmedo de bacterias y levaduras. En este caso las toallas después de ser lavadas se secan y antes de ser nuevamente utilizadas deben de ser humedecidas.

Otra posibilidad en la limpieza de la ubre es la desinfección con un lavado húmedo de la ubre. Para ello son utilizadas toallas de papel desechables, las cuales son introducidas en una solución Cl-Desinficina al 0.5% (agente activo Cloramina). Esta desinfección con lavado húmedo de la ubre ha demostrado que reduce notablemente la presentación de mastitis causadas mediante las bacterias del medio ambiente.

Lo que no es recomendable usar es la ducha de la ubre. En un caso normal escurre una agua sucia en dirección de los pezones. El lavado de la ubre es aceptable únicamente en caso de que la ubre este extremadamente sucia. Cuando se utiliza este procedimiento, toda la ubre debe ser inmediatamente secada de forma cuidadosa.

Tampoco se recomienda, según nuestra experiencia, utilizar soluciones de desinfectantes, las cuales utilizan toallas de textil reutilizables, que son lavadas y almacenadas. En una prueba al azar, fueron analizadas bacteriológicamente 20 de las toallas de limpieza antes mencionadas. En 19 casos se comprobó la existencia de una contaminación bacteriana muy elevada.

Es necesario lavarse las manos antes de la limpieza de las ubresj.

#### **5.- Cuidado y desinfección del pezón después del ordeño.**

En todos los establos en los que han sido diagnosticados agentes patógenos de mastitis, debe de hacerse una desinfección de los pezones.

Las soluciones desinfectantes de los pezones deben matar a bacterias patógenas causantes de mastitis y deben actuar en la piel de los pezones y en las puntas de estos. Además de un agente desinfectante debe de contener un componente para el cuidado del pezón ( frecuentemente glicerina o lanolina). Con una desinfección cuidadosa de los pezones, se puede reducir la presentación de nuevas infecciones intramamarias en un 50-70%. Para una desinfección efectiva se ha preferido el uso de compuestos yodados (yodo-polivinilpirrolidona, yodo-nonoxinol) y soluciones cloradas (Clorhexidin-gluconato, Tosilcloramida, Hipoclorito de sodio). En todo caso deben tener un efecto desinfectante contra de *S. aureus* y *Sc. agalactiae* comprobado en laboratorio.

En numerosas ocasiones se ha discutido si es mejor el uso del aerosol o del dipp. Ambos métodos son utilizados en la practica. Con el uso del dipp o sellador se observa un mejor recubrimiento de todo el pezón que con el aerosol, por lo que si se quiere lograr una mayor protección se recomienda el uso del dipp o sellador. El vaso que contiene el sellador, se debe de llenar solo con la cantidad del Dipp o sellador a utilizar en dos ordeños. El resto de la solución debe ser desechado. Antes de volver a llenar nuevamente el vaso,



este debe ser bien lavado. Cuando se utiliza el Dipp este debe de cubrir mínimo 2 terceras partes del pezón.

Independientemente del método utilizado, se debe de hacer una desinfección de los pezones inmediatamente después del ordeño y a todas las vacas deben de aplicarse un sellador. Un buen efecto, es decir, el evitar nuevas infecciones, puede ser logrado, cuando se realiza una desinfección metódica y por largo tiempo de los pezones.

## **12.- Factores de alimentación, manejo y medio ambiente que favorecen la presentación de mastitis.**

La mayor influencia en la salud de la vaca la tiene la alimentación. Una mala nutrición debida a la deficiencia en energía y proteína tiene un efecto directo sobre la salud de la ubre de la vaca. Si se alimenta una vaca con una deficiencia de energía, así como con un aporte cualitativamente insuficiente de proteínas, esto debilita los mecanismos de defensa de la ubre. Entonces esto podría causar que una gran cantidad de agentes patógenos que habitan en el ambiente de la vaca infecten la glándula mamaria.

Un buen sistema de alimentación se puede juzgar en tres niveles:

### **1.- Suministro de nutrientes.**

Es el tipo, cantidad, calidad y composición de alimento que debe consumir la vaca. Un régimen ordenado de alimentación se basa en el análisis de los componentes de la ración alimenticia, así como en un calculo actual de la ración básica de alimento. El calculo de la ración debe tomar en cuenta el rendimiento actual del animal así como la etapa de lactación y de gestación de la vaca. La ración debe de ser apta para los rumiantes, equilibrada en el sentido del contenido de energía y de proteína cruda. Además debe ser suplementada con elementos traza Ca/P y Na/K en cantidades suficientes ya que estos minerales son muy importantes. Frecuentemente existen problemas con la suplementacion de suficientes vitaminas y algunos minerales. Una deficiencia de los siguientes nutrientes en la ración aumenta la susceptibilidad de las vacas para sufrir una mastitis aguda y tiene una estrecha correlación con números elevados de células somáticas; Selenio, vitamina E,  $\beta$ -caroteno, vitamina A, Zinc, cobre y cobalto.

Un análisis de la ración sobre los elementos antes mencionados es necesaria. En regiones con deficiencia de selenio, se debe adicionar 40 mg de selenio/Kg de alimento. La suplementacion de  $\beta$ -caroteno y vitamina A disminuye considerablemente en el ensilado debido a los procesos de degradación, hacia

finales de la alimentación en invierno. Para ese tiempo se le debe agregar a la ración las vitaminas antes mencionadas.

## 2.- Condicion de la vaca.

La evaluación de la condición corporal de la vaca (Body condition scoring) es un método de realización muy sencilla, consiste en determinar la capa de grasa bajo la piel en determinados sitios. Con ello se puede determinar el estado actual de nutrición del animal en las diferentes etapas de la lactación y de la temporada seca. Se pueden observar deficiencias en la nutrición y condición corporal dentro de los grupos de vacas. La escala va de 1-5, en la cual se le da un valor de 1 a la vaca con alto grado de desnutrición y un valor de 5 significa un animal exageradamente gordo. Idealmente en el periodo de lactación alta un valor deseado no debe ser menor de 3.00 y en el caso de una vaca durante el periodo seco deberá tener una puntuación máxima de 3.75.

Enseguida debe ser observado el comportamiento de la vaca al comer. Es decir la vaca deberá tener acceso al concentrado de buena calidad por varios periodos de tiempo continuamente. Si se observa un lamido continuo de la vaca, puede ser una señal para una deficiencia de Na.

Si se observa un cambio de un color pardo de animales pintos (blanco/negro), esto puede ser una señal de una deficiencia de cobre. La consistencia de las heces fecales, especialmente en caso de heces sumamente liquidas, nos indica que el alimento de lastre (pajas, rastrojo), no es el adecuado. La diarrea es muy problemática, debido a que frecuentemente cae sobre la piel de la ubre y la ensucia fuertemente y propicia la aparición de la mastitis.

## 3.- La producción de leche.

El rendimiento de leche, la composición de la leche y el contenido urea en la leche nos pueden servir para valorar la alimentación del animal. Para la vigilancia de una buena alimentación de la vaca son muy útiles los resultados del rendimiento lácteo.

Para la valoración son muy valiosos el rendimiento absoluto de leche por vaca y por día, así como el curso de la curva de lactación.

Las variaciones en el contenido de grasa y proteína de la leche muestran deficiencias en la alimentación de los siguientes elementos; fibra cruda, proteína o energía. Cuando se detectan altos valores de urea en la leche, nos indica errores en la nutrición que pueden ser corregidos muy rápidamente.

Aquí señalamos algunos ejemplos.

Una caída en el contenido de grasa en leche en algunas vacas nos indica principalmente que existe una deficiencia en la suplementación con fibra cruda estructural ( mínimo 18% de la materia seca). Una cantidad suficiente de este nutrimento es necesario para estimular la rumia de la vaca y la producción de reservas.

Los valores menores al 3.0% de proteína en alguna vaca nos indican una deficiencia de energía y esto se inicia principalmente en el comienzo de la lactación elevada y al fin del verano. Los valores menores al 3.2% en la leche del tanque nos indican que existe una absoluta deficiencia de energía en todo el hato lechero.

El cociente grasa/proteína se debe calcular con los resultados de las primeras muestras de leche, en el cual se divide el por ciento de grasa entre el por ciento de proteína. Si el valor alcanzado para la vaca es mayor de 1.3, esto nos indica una deficiencia en la suplementación de energía. Entonces la deficiencia en la suplementación de energía para el inicio de la lactación elevada, debilita el sistema inmune y aumenta con ello la posibilidad del animal para padecer una inflamación de la glándula mamaria. Cuando hay valores muy elevados de grasa (5% y más altos), relacionados con valores sumamente bajos de proteína en las primeras muestras de ordeño, se encuentran frecuentemente animales sumamente obesos, a los cuales no se les ha proporcionado suficiente proteína en el alimento.

### **Manejo y factores ambientales.**

El manejo de la vaca tiene una influencia decisiva en el bienestar del animal y con ello en los mecanismos corporales de defensa y por otra parte el manejo higiénico tiene importancia para determinar la presencia de agentes patógenos. Para la salud de la ubre de la vaca es importante realizar el siguiente manejo:

- No debe haber un sobrecupo en los corrales o en el establo.
- Hacer un cálculo correcto del espacio de camas o echaderos.
- Para evitar lesiones en las tetas las vacas deben poder echarse y levantarse libremente sin obstáculos.
- Tener un buen clima en el establo, debe evitarse una humedad muy alta.
- Cama o echaderos secos, especialmente en el área de la ubre.
- Suficiente paja o arena en el corral.
- Limpieza diaria de los cajones o cajas de cama en especial en la parte posterior.
- Las vacas secas y las de lactación no deben estar en un solo grupo.
- Varias veces al día proveer de alimento concentrado fresco.
- Después del ordeño a las vacas se les dará un alimento apetitoso para que permanezcan paradas un mínimo de 1 a 2 horas, hasta que el canal lácteo haya nuevamente cerrado.
- Tener una amplitud suficiente en las áreas de paso hacia la sala de ordeño.
- Tener una cantidad suficiente de agua. Las vacas toman después del ordeño aproximadamente el 30 % de la necesidad básica de agua, que es

de 80 l aproximadamente. Entonces a la salida de la sala de ordeño debe de haber bebederos en un numero suficiente y con agua corriente.

- Cuidados regulares en las pezuñas.
- Trasquilar a la vaca y a la ubre.

### **13. Terapia de la Mastitis.**

En el caso de la terapia de la mastitis, se utilizan en primera línea los antibióticos, la vía de aplicación puede ser sistémica o local (aplicación intracisternal). Adicionalmente se toman medidas de protección con el propósito de lograr reducir la inflamación. Una medida profiláctica de tratamiento, se puede realizar mediante la aplicación del secado de las vacas. El éxito de un tratamiento antibacteriano contra la mastitis, esta determinado por una elección adecuada del antibiótico, teniendo en cuenta la resistencia de la bacteria y las regulaciones farmacocinéticas. Debe alcanzarse una concentración efectiva antibacterial en el tejido, de acuerdo con el patógeno que se trate y durante un periodo adecuado de tiempo. Básicamente para la terapia antibacterial de Mastitis se recomiendan:  $\beta$ -lactamatos, Aminoglicosidos, lincosamidas, macrolidos, tetraciclina, polipeptidos, trimetropim-sulfonamidas combinadas, polipeptidos y flouquinolona.

Condiciones para la administración de sustancias antimicrobianas efectivas vía parenteral.

El objetivo en el uso parenteral de un medicamento debe ser; alcanzar el tejido de la ubre y obtener una concentración efectiva sobre un periodo de tiempo lo suficientemente largo. Un calculo de la concentración efectiva de un antibiótico, se puede hacer conociendo el valor de la concentración mínima inhibitoria (MCI). De una gran importancia es el conocimiento de las propiedades farmacocinéticas del antibiótico utilizado, para poder decidir si desde el punto de vista farmacodinámico, se aplica una cantidad suficiente de antibiótico para que después de una administración sistémica, pueda llegar al tejido de la ubre. Las bases débiles regularmente alcanzan bien el tejido de la ubre, mientras que los ácidos débiles prácticamente en un estado no febril (mastitis subclínica) no difunden al tejido de la glándula mamaria. En este caso es determinante además de la lipofilia, el grado de ionización del material utilizado, el cual depende por una parte del valor pK del material y por otra del valor de pH de la sangre (7.4).

Terapia local o intramamaria.

Adicionalmente a las reglas generales validas para la terapia con antibióticos, se requieren algunas adicionales para el uso de antibióticos o

medicamentos vía intracisternal. Entonces el antibiótico utilizable no deberá irritar el tejido, que se difunda bien en el tejido y que tenga un tiempo de eliminación lo mas corto posible. Las soluciones acuosas se reparten bien en el tejido glandular, mientras que las formulas oleosas (suspensiones) liberan muy lentamente los principios activos del fármaco. Para las formulaciones oleosas se ha descrito una repartición desigual en el tejido glandular.

Las llamadas formulas secadoras, las cuales tienen efecto principalmente en bacterias gram positivas, deben de liberar muy lentamente el material activo. Una afinidad al tejido y la secreción lo suficientemente alta, significa un correspondiente efecto durable. El efecto antibacterial debe ser sostenido a lo largo de varias semanas.

La administración de medicamentos en la ubre por el canal lácteo mediante jeringas intramamarias significa una carga muy fuerte para el canal.

Entonces esta barrera natural contra bacterias patógenas se lesiona. Hay un agrandamiento del canal lácteo. La capa interna que esta formada por un revestimiento de queratina la cual se irrita y requiere de 4 semanas para su recuperación. Entonces puede ser penetrado el canal por cepas patógenas. Por lo tanto es necesario tener mucho cuidado que las jeringas intramamarias penetren limpia y cuidadosamente y sin tener algún tipo de contaminación, ya que la mayoría de las infecciones de la ubre se originan en el canal lácteo. La punta plástica del inyector solo debe penetrar de 2 a 3 mm. Cuando se utilizan medicamentos en frascos de reserva, estos deben ser aplicados lo mas pronto posible. Ya que si estos frascos incompletos se vuelven a almacenar con el resto del antibiótico no utilizado, es muy posible que se contaminen con alguna levadura y esto causar infecciones severas en la ubre.

Los objetivos del tratamiento de la mastitis a nivel del hato en el marco de un programa de saneamiento son:

Disminución del numero de células somáticas en la leche de consumo.

Mejorar la salud de las ubres del hato.

Disminuir la tasa de infecciones en los cuartos.

Disminuir la presión por cepas patógenas en el establo.

Aumentar la cantidad de leche para consumo.

Eliminación de los agentes patógenos contagiosos.

A nivel de la vaca sencilla las metas del tratamiento de mastitis son:

Sanar bacteriológicamente.

Sanar clínicamente.

Conservar el cuarto de la ubre.

Que la leche de la vaca sea consumible.

Proteger al animal.

### **Grupos de sustancias activas de antibióticos.**

- Penicilina: Bencilpenicilina, Procaina-penicilina, Penprocilina sodica (Mamisan, Masticilina y otros).
- Penicilina semisintetica, oxa-, doxa-, cloxa- y dicloxacilina ( Stafenor, Orbenina).
- Cefalosporina, cefacetil, cefoperazona, cefazolina, cefoquinoma (Ubrecef, Paracef, Celidocina, Cobactan).
- Aminoglicosidos; neomicina, Gentamicina (M-V Genta).
- Macrolidos; espiramicina, eritromicina, tilosina-base (Suanovil, Eritrotil, Tilan y otros).
- Antibióticos polipéptidos; Colistina, polimixina (Canajet, Suspensión para la ubre y otros).
- Fluoquinona; Enrofloxacin (Baytril).
- Lincosamida; lincomicina (Albiotic).

### **Tratamiento de la mastitis subclínica.**

- La terapia es redituable solo con medidas adicionales
- Realizar estudios citóbacteriológicos en todo el establo.
- Realizar una terapia a cada animal relacionada con los estudios clínicos.
- Aplicación de fármacos (medicación) única.
- Aplicar una dosis alta para varios días.
- Realizar una valoración de la terapia al termino de esta.

Tiempos de tratamientos.

- Durante la lactación.
- Tratamiento para secar a las vacas y secado bajo protección de antibióticos.
- Profilaxis es decir terapia para el secado.

### **Tratamiento de mastitis aguda.**

El tipo y proporción del tratamiento depende de una serie de factores:

Inicio de la infección.

Con o sin síntomas generales (Fiebre, apetito etc..).

Cambios en la composición de la leche.

Grado de síntomas inflamatorios ( Inflamación, enrojecimiento, dolor).

Primera infección o cronicidad.

Espectro de los agentes patógenos en el hato.

Tratamiento de la mastitis aguda causada mediante estreptococos ambientales:

Terapia del ordeño: Se le aplican de 20-30 U.I. de Oxitocina y ordeñarla por completo después del ordeño. ¡ No dar ninguna terapia de antibióticos¡. Especialmente cuando hay muchos casos en el hato (mas de 2% de las vacas/mes) se deben tomar muestras de leche para su análisis cito bacteriológico. Cuando se realizan tratamientos inespecífico estos nos conducen a una resistencia múltiple de las mastitis por enterococos o por levaduras.

Tratamiento de mastitis hiperagudas causadas mediante *E. coli* entre otros.

- Tomar muestras de leche para realizar análisis citóbacteriológicos.
- Ordeño completo con oxitocina.
- Un inmediato tratamiento con antibióticos de amplio espectro.
- Es necesaria la continuación de tratamientos bajo inspección de un medico veterinario.
- Tratamiento del shock; Infusiones, antiflogísticos, analgésicos y antitóxicos.

Un tratamiento retardado con antibióticos será inútil, ya que el agente causal después de 12 horas no se pueden detectar en la ubre. Es muy importante realizar una terapia dirigida a los efectos tóxicos, para evitar los daños permanentes al tejido glandular, la perdida de un cuarto o de la vaca.

### **Terapia y/o profilaxis del periodo seco.**

Todas las vacas deben de tener un periodo seco de 6-8 semanas antes del parto. La curación y regeneración del tejido de la glándula mamaria necesita de cuando menos 6 semanas. Entonces es muy desventajoso un periodo menor de 6 semanas para la salud de la ubre y para la producción de la leche en la siguiente lactación. Un periodo mayor de 8 semanas de periodo seco no tiene ningún beneficio para el rendimiento lechero de la vaca y tampoco para la salud de la ubre.

Cada establo deberá poner a todas las vacas del hato en un periodo seco, bajo la protección de un antibiótico. Durante el periodo seco, puede realizarse un tratamiento efectivo contra la mastitis subclínica y lograr una curación completa.

Las ventajas de la terapia para secar vacas son:

- 1.- Las tasas de curación son, especialmente para *S. aureus* en general mucho mayores que la terapia en la lactación.
- 2.- Se pueden usar dosis mas elevadas.
- 3.- Los medicamentos pueden actuar efectivamente por mas tiempo en la ubre.

4.- Los niveles de nuevas infecciones en el periodo seco pueden ser disminuidos.

5.- Con una administración especializada y oportuna del medicamento no hay peligro de residuos en la leche que se expende.

La mejor manera de secar una vaca es:

Realizar un control de la ubre de la vaca 14 días antes del secado. Se hará una palpación cuidadosa de la ubre, adicionalmente se hará la prueba de California de mastitis. En caso positivo, se deberá tomar una muestra al laboratorio para una investigación bacteriológica.

2.- Las vacas con problemas de mastitis deberán ser sometidas a un tratamiento de medicamentos de acción corta, correspondiente a los hallazgos bacteriológicos, antes de ser secada.

3.- Un secado repentino, es decir de un ordeño al otro es el método de elección.

4.- Las vacas secas deben de ser agrupadas en un establo muy limpio y con ambiente seco.

## **14.- Residuos y contaminaciones (Böhm/Heeschen 1955).**

### **Vías de contaminación de la leche.**

La leche y los productos lácteos pueden estar contaminados con un gran número de sustancias indeseables. Para el paso de sustancias del cuerpo animal a la leche (contaminación secretoria “carry over”), tienen una importancia especial los factores tales como; resorción, solubilidad en grasa, persistencia a procesos de eliminación, capacidad de almacenamiento en determinados órganos o sistemas orgánicos. La contaminación de la leche después del ordeño (possecretorio) es dependiente del proceso tecnológico utilizado del material para empaques y otros.

### **Residuos de Medicamentos.**

Después de su aplicación los medicamentos administrados al animal son reabsorbidos, repartidos en el organismo, metabolizados y eliminados. En las vías de un medicamento a través del organismo de un animal doméstico atraviesan tejidos comestibles, como el músculo estriado, hígado, riñones, entre otros, una parte de la eliminación se realiza a través de la leche. Las concentraciones en el tejido o en la leche están determinadas por:

- Las propiedades físicas de la sustancia activa.



- La actividad y presencia de enzimas metabólicas en los tejidos corporales.

Frecuentemente hay una eliminación completa del organismo pero muy lenta.

El gran numero de medicamentos para animales que contienen sustancias activas, son disponibles en diversas formas de administración. En la mayoría de los casos se trata de las mismas sustancias activas que son usadas como medicamentos para humanos. Entonces es indiscutible, que esas sustancias en la dosis correspondiente, también pueden causar efectos biológicos en humanos. La mayoría de los efectos son deseables, y también puede pensarse en prevenir o curar alguna enfermedad en algún caso determinado. Si hacemos un balance de su Riesgo-Utilidad, podremos incluso tomar en cuenta algunos efectos indeseables. Si bien no es aceptable cuando los residuos de medicamentos, en alimentos de origen animal, muestran efectos indeseables.

Los siguientes aspectos deben ser tomados en cuenta cuando existen posibles riesgos de salud del consumidor de la leche con residuos de medicamentos.

- Riesgos farmacológicos-toxicológicos.
- Riesgos microbiológicos (sí favorece la presencia de bacterias patógenas resistentes en la microbiota intestinal) así como;
- Riesgos inmunopatológicos (Alergias).

En la valoración final debe ser establecido el tiempo de espera. Este dependerá del tiempo necesario para alcanzar el valor ADI (acceptable daily intake), así como un periodo de seguridad razonable.

### **Los antibióticos y las sulfonamidas.**

La presencia de residuos de antibióticos en leche y en productos lácteos es juzgado mediante relaciones practicas, bajo 2 puntos de vista:

- Aspectos tecnológicos-cualitativos según el decreto de calidad de la leche.
- El aspecto de la inconveniencia sanitaria según las leyes de alimentos y medicinas.

**Tabla 27: Cantidades máximas (MRL= maximum residue limit) para antiinfectivos en leche.**

Sustancia farmacológicamente activa	MRL (µg/kg)
Bencilpenicilina	4
Ampicilina	
Amoxicilina	
Oxacilina	30
Cloxacilina	
Cefazolina	50
Trimethoprim	
Tylosin	
Sulfonamida	100
Tetraciclina	
Espiramicina	200
Ácido clavulánico	200
Eritromicina	40
Ceftiofur	500
Cefapirina	50
Neomicina	500
Espectinomicina	200
Estreptomicina	200
Marbofloxacin	75
Dihidroestreptomicina	200
Gentamicina	100

En el marco del pago según la calidad de la leche se hace la determinación de “inhibidores”, para rebajar el precio de compra de la leche contaminada. Mientras que bajo el punto de vista de la higiene de los alimentos la leche con antibióticos no es apta para el consumo.

Después de la introducción de análisis rutinarios de inhibidores en leche, bajo el marco de pago según la calidad de la leche, ha disminuido considerablemente la cantidad de leche positiva a residuos de antibióticos. La investigación de la presencia de inhibidores se realiza en Alemania Federal y en muchos otros países actualmente con ayuda de procedimientos de difusión en agar utilizando el *Bacillus stearothermophilus* var. *Calidolactis* como cepa de prueba con diferentes modificaciones (prueba de reducción en verde-brillante, prueba Delvo, prueba con sensidiscos

etc..) . En Alemania Federal se han detectado “inhibidores” en un 0.1-0.8% de las muestras de leche investigadas, enviadas al laboratorio.

Según el análisis la causa predominante, es que no se obedecen los tiempos predeterminados de espera, que no se sigue el orden correcto en la categoría de ordeño y que hay una contaminación possecretoria así como una deficiente limpieza de la maquina de ordeño y de los instrumentos accesorios utilizados.

## **Bibliografía.**

Annemüller, C., Lämmle, C. und Zschöck, M.  
Epidemiological analysis of Staphylococcus aureus isolated from bovine mastitis  
Vet.Microbiol. 69, 217-224 (1999)

Böhm H.D.; Heeschen W.  
Das neue Milchhygienerecht `95  
Verlag Thomas Mann Gelsenkirchen  
ISBN 3-7862-0099-8

DVG - Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft,  
Sachverständigenauschuß „Subklinische Mastitis“ des Arbeitskreises  
„Eutergesundheit“, Kiel 1994: Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des  
Rindes als Herdenproblem

Schlenstedt, R., Zschöck, M., Kloppert, B. und Wolter, W.  
Vorkommen von Protothekenmastitiden in hessischen Milcherzeugerbetrieben  
**Tierärztl.Prax. 25, 407-412 (1997)**

Wolter, W., Kloppert, B. und M. Zschöck  
Eutergesundheitssituation in hessischen Milcherzeugerbetrieben  
37. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG,  
**Garmisch-Partenkirchen, 1996**

Wolter, W., Kloppert, Bärbel und Zschöck, M.  
Management von Streptococcus agalactiae- Infektionen des Rindes in  
hessischen Milcherzeugerbetrieben

## **Milchkonferenz, Berlin 1997**

Zschöck, M. Botzler, D., Blöcher, S. und Sommerhäuser, J.  
Nachweis von Genen für Enterotoxine (ent) und Toxic Shock Syndrome Toxin (tst) in *Staphylococcus aureus* Isolaten aus subklinischer Mastitis des Rindes mittels Polymerase-Kettenreaktion  
39. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmittelhygiene“ der DVG, Garmisch-Partenkirchen 1998

Zschöck, M.; W. Wolter, Kloppert Bärbel  
Susceptibility of various Streptococcal Isolates from Bovine Clinical and Subclinical Mastitis against Penicillin G  
Symposium on Milk Synthesis, Secretion and Removal in Ruminants  
Berne, Switzerland 1996

Zschöck, M.; H.P. Hamann, Bärbel Kloppert und W. Wolter  
Virulenzfaktoren bei Verotoxin-bildenden *Escherichia coli* Isolaten aus Kotproben laktierender Rinder  
38. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG  
Garmisch Partenkirchen, 1997.

Zschöck, M.; J. Sommerhäuser and H. Castañeda V. Relatedness of *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mammary gland suffering from mastitis in a single herd.  
Journal of Dairy research. Vol. 67, 3. (2000). Pag. 429-435.